

UV filtry v kosmetice a vliv na životní prostředí

Taťána Kožíková

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tatána Kožíková**
Osobní číslo: **T16353**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **UV filtry v kosmetice a vliv na životní prostředí**

Zásady pro vypracování:

UV záření
UV záření a pokožka
Kosmetické UV filtry
? anorganické
? organické ? deriváty benzofenonu, kafry, kyseliny para-aminobenzoové, cinnamáty a další.
Výrobky obsahující UV filtry
Znečišťování a dopady na ŽP UV filtry

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

BAREL, A. O., Marc PAYE a Howard I. MAIBACH. *Handbook of cosmetic science and technology* . 3rd ed. New York: Informa Healthcare, c2009. ISBN 978-1-4200-6963-1.

SILVIA DÍAZ-CRUZ, M., Marta LLORCA a Damia BARCELÓ. Organic UV filters and their photodegradates, metabolites and disinfection by-products in the aquatic environment. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* . 2008, 27(10), 873-887. DOI: 10.1016/j.trac.2008.08.012. ISSN 01659936.

SÁNCHEZ-QUILES, David a Antonio TOVAR-SÁNCHEZ. Are sunscreens a new environmental risk associated with coastal tourism?. *Environment International* . 2015, 83, 158-170. DOI: 10.1016/j.envint.2015.06.007. ISSN 01604120.

KLIMOVÁ, Zuzana, Jarmila HOJEROVÁ a Silvia PAŽOUREKOVÁ. Current problems in the use of organic UV filters to protect skin from excessive sun exposure. *Acta Chimica Slovaca* . 2013, 6(1), -. DOI: 10.2478/acs-2013-0014. ISSN 1337-978X.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ondřej Rudolf, Ph.D.

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce:

2. ledna 2019

Termín odevzdání bakalářské práce:

20. května 2019

Ve Zlíně dne 12. března 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Marián Lehocný, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: KOŽÍKOVÁ TATJANA

Obor: TVTKD

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 6.5.2019

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³¹ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tématem této bakalářské práce je přehled všech skupin filtrů ultrafialového záření (UV filtrů), které jsou v Evropské unii legislativně povoleny používat v kosmetických přípravcích. Práce obsahuje pouze teoretickou část, která se zabývá vlivem ultrafialového záření (UV záření) na kůži a látkami, které pokožku chrání před jeho negativními vlivy. V práci jsou podrobně analyzovány dvě skupiny UV filtrů včetně jejich zástupců. Část bakalářské práce je věnována kosmetickým přípravkům, které ve svém složení obsahují UV filtry. Závěrečná část práce popisuje dopad UV filtrů na životní prostředí a jejich toxicitu pro organismy.

Klíčová slova: Ultrafialové záření, UV filtry, organické filtry, anorganické filtry, sunscreens, životní prostředí

ABSTRACT

The theme of this bachelor thesis is an overview of all groups of ultraviolet filters (UV filters) that are allowed to be used in the European Union in cosmetics. The thesis contains only theoretical part devoted to the effect of ultraviolet radiation (UV radiation) on the skin and substances, which protect skin from negative effects of UV radiation. There are two groups of UV filters and their representatives analyzed in this thesis. A part of the bachelor thesis is devoted to cosmetics containing UV filters in their ingredients. The last part of the thesis describes effects of UV filters on the environment and their toxicity for organisms.

Keywords: ultraviolet radiation, UV filters, organic filters, inorganic filters, sunscreens, environment

Na tomto místě bych chtěla poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Ondřeji Rudolfovi, Ph.D. za ochotu, cenné rady, připomínky a návrhy na zlepšení bakalářské práce.

Dále bych chtěla poděkovat rodině, která mi umožnila studovat, a svým přátelům za pevné nervy a podporu při psaní této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ	10
1.1 UVA	10
1.2 UVB	11
1.3 UVC	11
2 VLIV UV ZÁŘENÍ NA POKOŽKU	13
2.1 STAVBA KŮŽE.....	13
2.1.1 Epidermis	13
2.1.2 Dermis	13
2.1.3 Hypodermis	13
2.2 POZITIVNÍ ÚČINKY UV ZÁŘENÍ NA POKOŽKU	14
2.3 ONEMOCNĚNÍ KŮŽE.....	14
2.3.1 Akutní onemocnění kůže.....	14
2.3.2 Chronické onemocnění kůže	15
2.4 PREVENCE	16
3 UV FILTRY	17
3.1 LEGISLATIVA.....	17
3.2 ANORGANICKÉ (FYZIKÁLNÍ).....	17
3.2.1 Oxid titaničitý.....	19
3.2.2 Oxid zinečnatý	19
3.3 ORGANICKÉ (CHEMICKÉ).....	20
3.3.1 Deriváty kyseliny p-aminobenzoové.....	22
3.3.2 Deriváty benzofenonu	25
3.3.3 Deriváty dibenzoylmethanu	27
3.3.4 Deriváty kyseliny salicylové	27
3.3.5 Deriváty kyseliny skořicové.....	29
3.3.6 Deriváty kafru	30
3.3.7 Deriváty triazonu.....	33
3.3.8 Deriváty benzotriazolu	34
3.3.9 Deriváty benzimidazolu	36
4 VÝROBKY S UV FILTRY – SUNSCREEN	38
4.1 SLOŽENÍ OCHRANNÝCH PŘÍPRAVKŮ NA OPALOVÁNÍ.....	39
4.1.1 Olej na opalování NUBIAN 6 s vitamínem E.....	40
4.1.2 Caroten OmegaCare suncare oil SPF 20.....	41
4.1.3 Nivea sun protect & refresh 20 invisible cooling sun spray medium	42
4.1.4 Nivea sun protect & moisture sun lotion 20 medium	43
4.1.5 Baby sebamed sun care multi protect sun lotion.....	44
4.1.6 Labello sun protect SPF 30	45
4.2 SLOŽENÍ PŘÍPRAVKŮ, KTERÉ OBSAHUJÍ VE SLOŽENÍ UV FILTRY	45
4.2.1 Adidas skin detox shower gel	46
4.2.2 L'Oréal Paris Elseve color-vive pečující balzám.....	47

4.2.3	MAX FACTOR Face finity all day flawless foundation SPF 20.....	48
5	VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.....	49
5.1	ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	50
5.2	TOXICITA ANORGANICKÝH UV FILTRŮ	50
5.3	TOXICITA ORGANICKÝCH UV FILTRŮ	51
	ZÁVĚR	56
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	57
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	62
	SEZNAM OBRÁZKŮ	64
	SEZNAM TABULEK.....	65

ÚVOD

V dnešní době považuje mnoho lidí opálenou kůži za módní doplněk. Nezanedbatelná část z nás chce mít krásné opálení, s čímž je spojeno nadměrné vystavování slunečnímu záření, které s sebou nese zdravotní rizika, jako je například předčasné stárnutí kůže nebo zapříčinení rakoviny kůže. Lidé by proto neměli tato fakta přehlížet a při opalování vždy používat přípravky s chemickými látkami, které zmírňují dopad a rizika slunečního záření, tzv. filtry ultrafialového záření, zkráceně UV filtry.

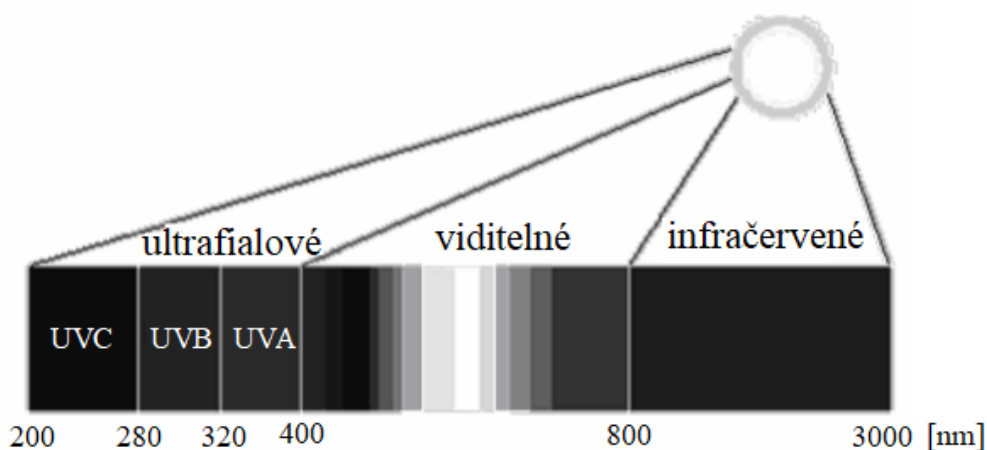
Přípravky, které obsahují UV filtry sloužící k ochraně kůže před negativními vlivy, jsou to převážně přípravky na opalování, jako krémy, gely nebo spreje. Mohou se však vyskytovat i v jiných výrobcích kosmetického průmyslu. Je dobré vědět, které látky se využívají jako UV filtry. V dnešní době tyto filtry poskytují ochranu jak proti UVB, tak i UVA záření.

První kapitola je věnována samotnému ultrafialovému záření a jeho definovaným oblastem. Druhá kapitola pojednává o stavbě pokožky a jejímu možnému onemocnění či poškození, které souvisí s nadměrnou expozicí slunečnímu záření. Ve druhé kapitole jsou rovněž shrnuty pozitivní vlivy UV záření na pokožku a možné způsoby prevence. Třetí kapitola se zabývá samotnými UV filtry, fyzikálními i chemickými, které jsou legislativně schváleny Radou EU.

Ve čtvrté kapitole jsou popsány přípravky, které jsou používány k ochraně před slunečním zářením. Pátá kapitola pojednává o dopadech UV filtrů na životní prostředí, které vycházejí ze studií.

1 ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ

Ultrafialové záření (UV) je elektromagnetické záření, jehož vlnová délka se pohybuje v rozmezí 200–400 nm. Tvoří část slunečního záření, přibližně 5 %, které dopadá na zemský povrch. Tato oblast záření se podle jeho vlnové délky dělí na tři části: UVA, UVB a UVC záření. Část dopadajícího záření na zemský povrch, ta nejškodlivější, je eliminována ozónovou vrstvou. Zbylou část dopadajícího záření tvoří převážně UVA záření (90–99 %) a UVB záření (1–10 %). V posledních letech dochází k úbytku ozónové vrstvy, což má za následek dopad většího množství UVB záření na zemský povrch, které je považováno za jednoho z původců rakoviny kůže. V dnešní době se můžeme setkat také s umělými zdroji UV záření, například v soláriích, kde se využívají paprsky UVA záření. [1]



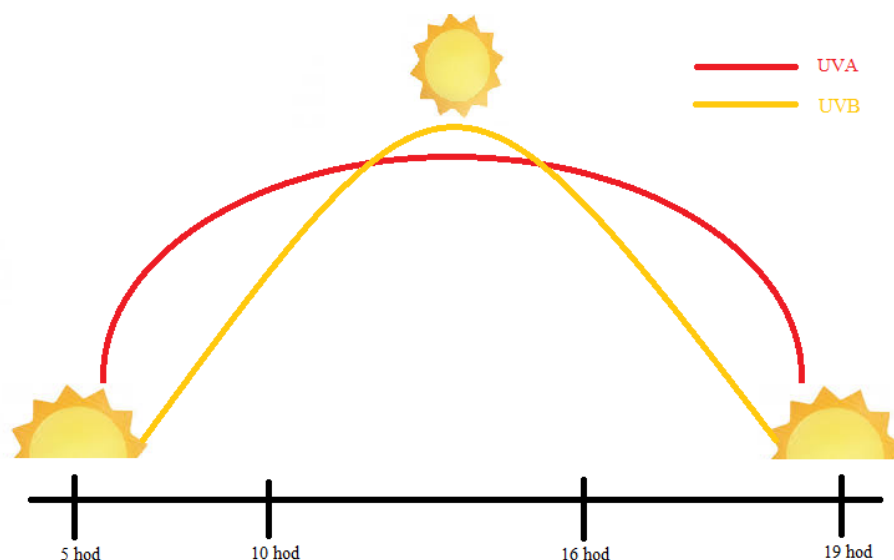
Obrázek 1 Spektrum slunečního záření

(upraveno podle <https://laskarduino.cz/vstupni-periferie-cidla/230163-senzor-uvb-uva-za-zeni-ml8511.html> [cit. 2019-05.02])

1.1 UVA

UVA představuje největší množství dopadajícího záření na zemský povrch. Jeho vlnové délky se pohybují v rozmezí 320–400 nm. Dále jej lze členit na oblasti UVA I (340–400 nm) a UVA II (320–340 nm). UVA záření není absorbováno ozónovou vrstvou a snadno prochází okenním sklem. Záření proniká hluboko do kůže, až do dermis (obrázek 3), kde má vliv na oxidaci melaninu a jeho přesun z melanocytů do keratinocytů. Dlouhodobé a opakované působení UVA záření způsobuje rychlejší stárnutí kůže. Celková intenzita

záření se v průběhu dne příliš nemění (obrázek 2) a nezávisí ani na geografických podmínkách (nadmořské výšce a zeměpisné šířce). [1,2]



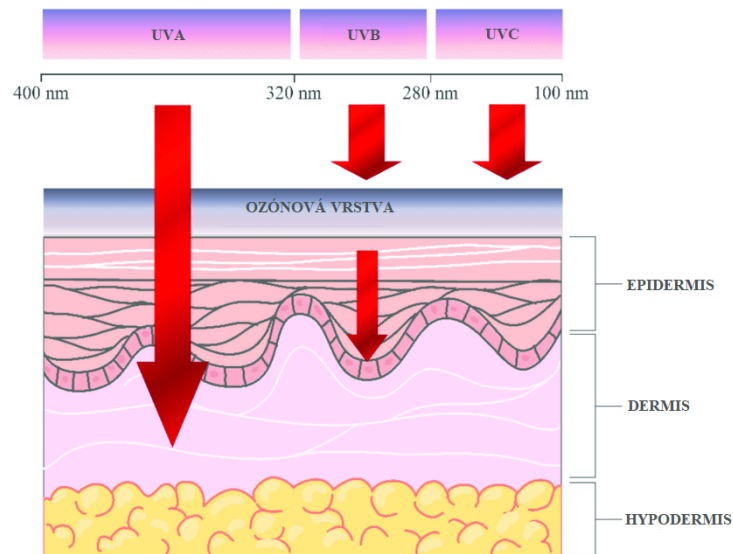
Obrázek 2 Intenzita UV záření během dne

1.2 UVB

UVB je záření dopadající na zemský povrch o vlnových délkách 280–320 nm, přičemž vlnová délka 280–294 nm je považována za nejnebezpečnější. Intenzita tohoto záření závisí na denní i roční době, ale také na zeměpisných podmínkách. Oproti ranním a podvečerním hodinám je nejsilnější v pravé poledne (obrázek 2). Neprochází okenním sklem a prostupuje do menší hloubky kůže než UVA, jelikož je absorbováno v epidermis, viz obrázek 3. Je energeticky silnější než UVA záření, což má za následek výraznější opálení kůže ve srovnání s UVA zářením, protože stimuluje účinnější syntézu tvorby melaninu. Častá expozice tomuto záření rovněž způsobuje rychlejší stárnutí kůže, avšak jeho účinky jsou nezbytné pro produkci vitamínu D. [1,2,3]

1.3 UVC

Jedná se o nejagresivnější část slunečního záření. Vlnové délky UVC záření se pohybují v rozmezí 100–280 nm. Jeho účinky jsou vysoce mutagenní a genotoxické na všechny formy života, a proto se využívá jako účinný germicidní prostředek k dezinfekci. Vlnové délky 100–294 nm jsou pohlcovány ozónovou vrstvou, což zabraňuje pronikání tohoto záření na zemský povrch. [1,2]



Obrázek 3 Průnik ultrafialového záření do pokožky
(upraveno podle https://www.researchgate.net/figure/UV-penetration-into-the-layers-of-the-skin-The-figure-was-created-using-Servier-Medical_fig2_324009336[cit. 2019-03-19])

2 VLIV UV ZÁŘENÍ NA POKOŽKU

Kvůli rozdílným vlnovým délkám UV záření dochází k proniknutí těchto paprsků do jiných hloubek kůže. To má za následek různá onemocnění a poškození kůže. UV záření vykazuje i prospěšné vlivy na lidskou pokožku, což bude podrobněji rozvedeno v kapitole 2.2.

2.1 Stavba kůže

Kůže je největší orgán lidského těla, který pokrývá celý jeho povrch. Hlavní funkcí kůže je ochranná bariéra vnitřního prostředí těla před vnějším prostředím. Je důležitým místem syntézy vitamínu D a melaninu. Dále je v ní uloženo mnoho sensorických receptorů, které reagují na mechanické podněty, a proto se kůže označuje za jeden z nejdůležitějších smyslových orgánů. Skládá se ze tří základních vrstev: epidermis, dermis a hypodermis a specifických buněk, které se nacházejí v jednotlivých vrstvách. [1, 3]

2.1.1 Epidermis

Epidermis neboli pokožka je svrchní část kůže, která je v kontaktu s okolním prostředím. Jejimi základními stavebními jednotkami jsou zrohovatělé buňky dlaždicového epitelu a keratinocyty. Celá epidermis je tvořena z pěti dalších vrstev: *stratum basale*, *stratum spinosum*, *stratum granulosum*, *stratum lucidum* a *stratum corneum*. Obsahuje buňky s určitou specifickou vlastností, jako jsou melanocyty, Langerhansovy a Merkleovy buňky, které jsou rozmístěny v jednotlivých vrstvách epidermis podle jejich funkce. [1, 3]

2.1.2 Dermis

Dermis, jinak řečeno pokožka, je střední vrstva tvořící kůži. Základními stavebními jednotkami pokožky jsou elastická, kolagenní a retikulární vlákna, která zajišťují její pružnost a pevnost. Dermis je oproti epidermis vybavena lymfatickým a cévním zásobením, které slouží k výživě epidermis a dermis, ale také k regulaci tělesné teploty. Jsou zde uloženy sensorické receptory, vlasové folikuly, potní a mazové žlázy. [1, 3]

2.1.3 Hypodermis

Hypodermis neboli podkožní vazivo je nejspodnější vrstva kůže. Tato část je tvořena řídkým vazivem a není ostře oddělena od dermis. Nachází se zde tukové buňky, které hromadí tuk, jehož uložené množství je regulováno výživou jedince. Tukové buňky jsou důležité k tepelné

izolaci a mechanické odolnosti, nachází se v nich vitamíny a látky rozpustné v tucích. Uložený tuk je využíván jako zdroj energie. [1, 3]

2.2 Pozitivní účinky UV záření na pokožku

Hlavním pozitivním účinkem UV záření na lidskou pokožku je produkce vitamínu D3, kterou vyvolává UVB záření. Vitamín D3 je v lidském těle potřebný pro absorpci vápníků a fosforu ve střevě, které jsou nezbytné pro zdravý růst kostí. K syntéze jeho dostatečného množství stačí strávit na slunci 10 minut. Určité množství UV záření má pozitivní účinky na pohodu člověka, působí relaxačně a příjemně. Určité vlnové délky UV záření se využívají k léčbě některých kožních onemocnění, kdy tato léčba probíhá pod lékařským dohledem. [1, 3]

2.3 Onemocnění kůže

Podle toho, do jaké vrstvy kůže UV záření proniká a o jaké záření se jedná, se rozlišují i různá kožní onemocnění. UVB záření proniká především do epidermis, zatímco UVA až do dermis. Onemocnění kůže jsou většinou způsobena dlouhodobou expozicí na slunci bez sluneční ochrany. [1, 3]

2.3.1 Akutní onemocnění kůže

Akutní onemocnění kůže po slunečním ozáření závisí na intenzitě záření, kterému byla kůže vystavena, a po jakou dobu. [1, 3, 4]

Solární erytém:

Nejběžnější akutní reakce kůže po jejím vystavení slunečnímu záření. Na poškozené části pokožky dochází k tvorbě červeného zarudnutí (erytému), které je bolestivé, otéká a sálá z něj teplo. Erytém se projevuje také dalšími příznaky, jako například tvorbou puchýřků, bolestí hlavy, horečkou nebo zimnicí. [1]

Fotodermatóza:

Jedná se o projev zvýšené citlivosti kůže ke slunečnímu záření. Nejčastěji se jedná o projev fototoxické nebo fotoalergické dermatózy.

Fototoxická dermatóza je projev citlivosti kůže na sluneční ozáření. Jde o neimunologickou reakci, která může postihnout kohokoliv. Projevuje se ohraničeným erytémem, který svědí

a páli. Mohou ho doprovázet puchýřky či otok. Jako spouštěče nebo iniciátory fototoxické dermatózy mohou být některé často užívané léky, složky kosmetických přípravků nebo potraviny.

Fotoalergická dermatóza postihuje jedince k ní predisponované. Jde o imunologickou reakci, která je vyvolána fotoalergenem a slunečním zářením po předchozím ozáření. Projevuje se zarudnutím a pupínky na místech ozáření. [1,4, 5]

2.3.2 Chronické onemocnění kůže

Opakované a dlouhodobé působení slunečního záření může na pokožce a v organismu vyvolat různá chronická onemocnění. Jedná se o nevratné změny v kůži, které mohou být až smrtelné. [1, 4]

Předčasné stárnutí kůže:

Nemoc kůže vyvolaná působením slunečního záření. Projevem onemocnění je tvorba vrásek, zdrsnění pokožky, její olupování, nažloutlá barva a suchost pokožky. Vlivem slunečního záření dochází k nadměrnému hromadění volných kyslíkových radikálů (ROS) v organismu. Nadměrné množství ROS poškozuje fibroblasty a keratinocyty, což má za následek štěpení kolagenu a elastinu, které udržují pokožku hezky vypnutou. [1]

Bazaliom:

Jeden z nejčastěji se vyskytujících maligních kožních nádorů. Jde o typ rakoviny vznikající v epidermis z buněk bazální vrstvy na místech, která byla vystavena intenzivnímu slunečnímu záření. Většinou nemetastazuje, projevuje se jako uzlík, vrídek nebo stroupek, který pomalu vylézá na povrch kůže. [1, 3]

Maligní melanom:

Maligní melanom je nejnebezpečnější kožní nádor, který je zhoubný. Nadměrná expozice slunečního záření vede k patologickým změnám pokožky, což může mít za následek přeměnu melanocytů na maligní melanom. Ložiska melanomů se nejčastěji vyskytují na místech vystavovaných slunečnímu záření. Postupem času může metastázovat, tedy vytvářet metastázy po celém těle a může se objevit nejen na kůži, ale také na sliznici nebo v oku. [1,3,6]

2.4 Prevence

Nejstarší a nejúčinnější ochranou před slunečním zářením je oděv nebo stínění, kdy nedochází k vystavování kůže přímému slunci, a to především v době, kdy je nejsilnější. Důležitá je také ochrana očí pomocí slunečních brýlí s ochranným UV faktorem. [4]

Mezi další ochranné pomůcky se řadí sunscreeny neboli přípravky, které ve svém složení obsahují UV filtry. Ochranná účinnost těchto přípravků je dána tzv. SPF (sun protecting factor), což *„je poměr minimální erytémové dávky (MED) na kůži ošetřené 2 mg/cm² sunscreenu ku MED kůže bez sunscreenu téhož jedince“* [1] kde minimální erytémová dávka (MED) je definována jako: *„minimální jednorázová dávka UV záření, která vyvolává jasně ohraničený erytém na kůži.“* [1]

Co se týče dětské pokožky, ta je daleko citlivější ke slunečnímu záření než pokožka dospělého člověka. Novorozenci a kojenci by neměli být vůbec vystavováni přímému slunečnímu záření, měli by být chráněni lehkými oděvy a čepičkami. Nesmí se zapomínat ani na ochranu očí pomocí stínítek. Děti do 3 let nemají velké zásoby melaninu. Bylo prokázáno, že spálená dětská kůže může být rizikovým faktorem pro projevy karcinogenního onemocnění kůže v dospělosti. Dětem je doporučováno používat ochranné přípravky od 6. měsíce jejich věku. Dále je vhodné používat ochranné přípravky obsahující fyzikální blokátory slunečního záření, jelikož ty nedráždí pokožku a nevstřebávají se. U starších dětí je již možné používat přípravky, které ve svém složení obsahují i chemické UV filtry. [7]

3 UV FILTRY

Jsou chemické látky, které jsou určeny k ochraně pokožky, jelikož mají schopnost absorbovat nebo rozptylovat UV záření. Tyto látky dodávají opalovacím přípravkům jejich schopnost chránit kůži před škodlivými vlivy určitého UV záření. Podle mechanismu účinků ochrany je rozdělujeme na anorganické (fyzikální) a organické (chemické). Dále se mohou dělit na základě toho, které UV záření absorbují. Kombinací více druhů těchto filtrů je umožněno snížení koncentrací jednotlivých látek, v důsledku čeho může dojít k poklesu nežádoucích vzájemných reakcí nebo reakcí s pokožkou.

V dnešní době existuje celá řada organických a anorganických UV filtrů, které jsou kombinovány takovým způsobem, aby zajistily vyváženou ochranu před UVA/UVB zářením, a zároveň aby došlo ke snížení koncentrace přidaných aktivních látek. Důležitým faktorem při použití těchto látek v ochranných přípravcích je, aby byly fotostabilní, netoxické a uživatelsky přijatelné. [1, 3, 6, 8]

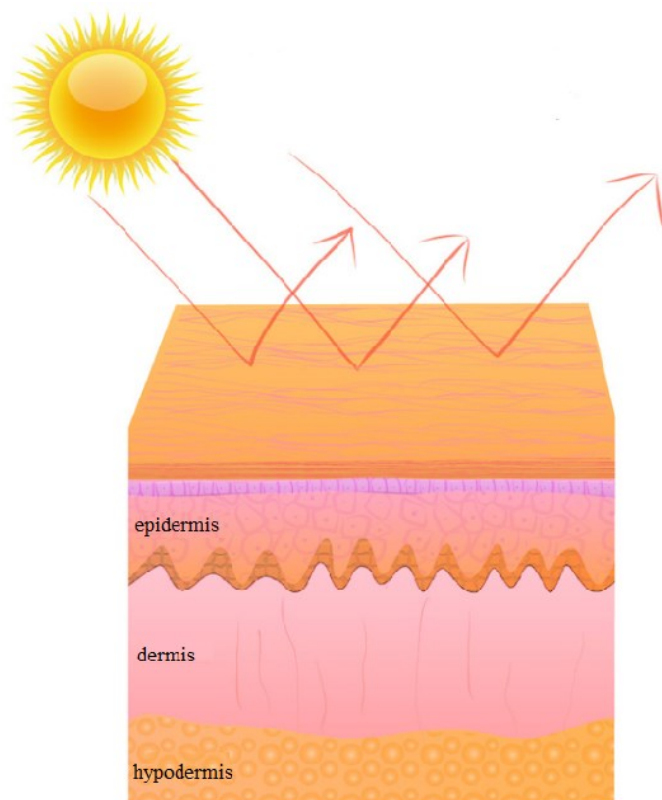
3.1 Legislativa

Koncentrace a typy UV filtrů povolených v různých zemích světa se liší. Zatímco v USA jsou produkty s UV filtry zařazovány mezi léčiva, v EU jsou označovány jako kosmetické přípravky s funkcí chránit pokožku před spálením od slunce.

Podle nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 1223/2009 Sb., ze dne 30. listopadu 2009 o kosmetických přípravcích je v Evropské unii povoleno použití 28 druhů UV filtrů, zatímco v USA pouze 16. [9, 10]

3.2 Anorganické (fyzikální)

Jedná se o chemické látky, které dokážou odrazet a rozptylovat UV záření dopadající na povrch pokožky, viz obrázek 4. Někdy jsou také označovány jako fyzikální filtry. Nachází se v pevném skupenství o malých rozměrech. Tyto drobné částičky jsou rovněž schopny absorbovat část dopadajícího záření. Tato kombinace absorpce, odrazu a rozptylu vede k ochraně jak před UVB, tak i UVA zářením (obrázek 5). Jsou účinné ihned po aplikaci a není potřeba čekat, než se vstřebají.



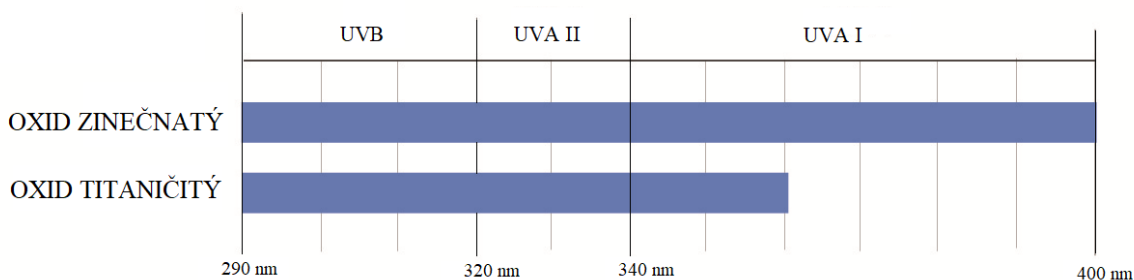
Obrázek 4 Účinnost anorganických UV filtrů na kůži (upraveno podle [18] [cit. 2019-03-13])

Do této skupiny filtrů patří oxid titaničitý (TiO_2), který je uveden v příloze VI a IV nařízení o kosmetických přípravcích. Využívá se i účinků oxidu zinečnatého (ZnO), který není veden jako UV filtr, ale jako pigment v příloze IV nařízení 1223/2009 Sb. Jeho vlastnosti vykazují prospěšné účinky, proto se přidává do těchto formulací. Podobné stínící účinky mají i další ingredience, které jsou součástí pudrů a zákalů, např. oxid hořečnatý, uhličitán vápenatý, mastek nebo kaolín. [1, 3, 11, 12]

Anorganické filtry nejsou výrobci ani spotřebiteli příliš často vyhledávány, protože po aplikaci zanechávají na pokožce bělavý povlak, který není vzhledově přijatelný. Proto byly tyto látky upraveny do podoby nanočástic, které díky své velikosti vytvářejí na pokožce snadno rozpustný a neviditelný film. Typická velikost nanočástic je udávána pod 100 nm. V souvislosti s jejich velikostí vznikají rozpory, že tyto látky mohou být toxické a mít negativní vlastnosti. Avšak podle závěru SCCS (Scientific Committee on Consumer Safety) je jejich použití v produktech na ochranu proti slunečnímu záření bezpečné.[13] Výjimkou je pouze jejich použití ve sprejích, kde se může jejich toxicita projevat v plicích po inhalaci. Jestliže kosmetický přípravek obsahuje nanočástice, musí být tento fakt uveden na obale ve složení

u příslušné ingredience, např. oxid titaničitý (nano). Ideální a velice účinné velikosti nanočástic se udávají v rozmezí 15–20 nm pro oxid titaničitý a 15–35 nm pro oxid zinečnatý, jelikož po nanesení nezanechávají na pokožce bílé stopy. [2, 3, 11]

Obecně mají anorganické filtry hypoalergenní účinky, a proto jsou vhodné pro přípravky určené dětem nebo osobám s citlivou pokožkou. [3]



Obrázek 5 Spektrum absorpce UV záření anorganickými filtry (upraveno podle [18] [cit. 2019-04-28])

3.2.1 Oxid titaničitý

Tato sloučenina vykazuje vysoký účinek proti UV záření. Jedná se o jediný anorganický UV filtr uvedený v příloze VI nařízení 1223/2009 Sb., o kosmetických přípravcích. Používá se ve dvou krystalických modifikacích: anatas a rutil. Obě podoby mají odlišné fyzikální i chemické vlastnosti. V přírodě se obě formy vyskytují v přítomnosti jiných kovů, které pro člověka představují zdravotní rizika. Proto se v dnešní době ve větší míře používá synteticky získaný oxid titaničitý, který má stejné složení jako jeho přirozeně se vyskytující modifikace. Anatasová forma má v lidském těle zánětlivé a cytotoxické účinky, proto se do kosmetických přípravků nejčastěji používá rutilová podoba, která se prokazuje vysokým indexem lomu, nebo kombinace obou uvedených. Jeho nejvyšší povolená koncentrace v kosmetických přípravcích je 25 %, viz tabulka 1. [2, 9, 11, 14]

3.2.2 Oxid zinečnatý

Jedná se o látku, která nabízí širokospektrální účinky proti UVA i UVB záření. Nepředstavuje žádná zdravotní rizika. Je méně používaný než oxid titaničitý. Čistý oxid zinečnatý má podobu bílého až lehce nažloutlého pudru. Pro výrobu kosmetických přípravků se používá syntetický ZnO. Ten se dá připravit několika způsoby, např. oxidací par zinku, hydrolýzou zinečnatých solí, nebo termickým rozkladem uhličitanu zinečnatého. Tak jako TiO_2 má syntetický ZnO stejné chemické vlastnosti jako jeho přirozeně se vyskytující forma. [2]

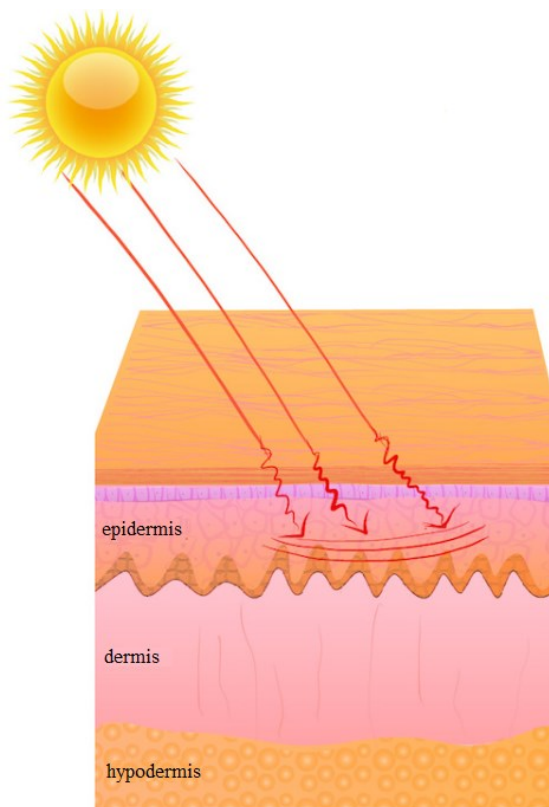
Tabulka 1 Přehled základních informací anorganických UV filtrů [2,9]

Název	CAS	Typ UVA/UVB	Povolená koncentrace	Vzorec
Oxid titaničitý	13463-67-7/ 1317-70-0/ 1317-80-2	UVA/ UVB	25 %	TiO ₂
Oxid zinečnatý	1314-13-2	UVA/ UVB	není určena – jedná se o pigment	ZnO

3.3 Organické (chemické)¹

Tyto UV filtry jsou schopny absorbovat dopadající UV záření (obrázek 6), eliminovat jej a následně jej vyzařovat v jiné podobě. Všechny tyto reakce se odehrávají v epidermis. Díky jejich formulaci nezanechávají na pokožce barevné povlaky. Jejich hluboké vstřebávání skrz pokožku až do krevního oběhu je nežádoucí. Měly by se držet v nejsvrchnějších vrstvách pokožky, především ve *Stratum corneum*, kde mění svou strukturu, nebo uvolňují energii v jiné podobě, jako například teplo vlivem účinků UV záření. Přípravky obsahující ve svém složení organické UV filtry je doporučeno aplikovat 20 minut před samotným sluněním, tak aby došlo k jejich dostatečnému vstřebání do požadované vrstvy pokožky, kde mají plnit ochrannou funkci. Bylo prokázáno, že některé látky mohou prostupovat do hlubších vrstev pokožky, kde mají negativní vlivy například na hormonální systém, o které se jedná, je uvedeno dále v textu. Po aplikaci mohou tyto látky vyvolávat alergické reakce, mohou být spouštěčem fotoalergické dermatózy. [11, 15, 16, 17, 18]

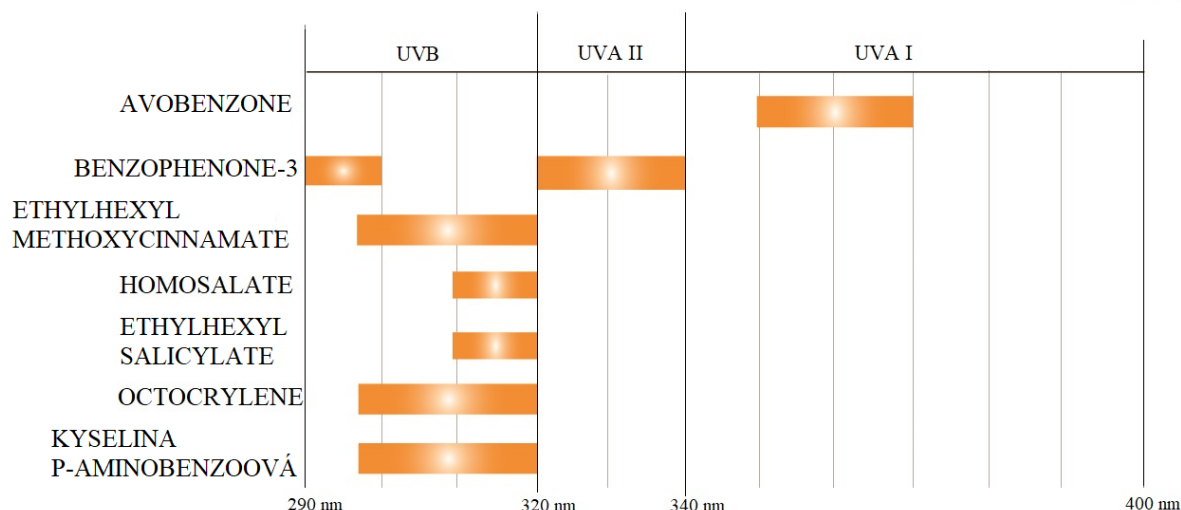
¹Názvy organických UV filtrů jsou uváděny v souladu s mezinárodním názvoslovím kosmetických přísad (INCI), případně jsou uváděny chemickými názvy, aby nedošlo k chybnému překladu nebo skloňování.



Obrázek 6 Účinnost organických UV filtrů na kůži (upraveno podle [18]
[cit. 2019-03-13])

Je známo, že některé z těchto chemických látek se rozkládají působením UV záření, vytvářejí volné kyslíkové radikály (ROS) nebo toxické deriváty, a tím ztrácejí funkci UV absorberů. Příkladem je kyselina p-aminobenzoová, octocrylene a ethylhexyl salicylate. [11]

Jedná se o skupinu filtrů, jež obsahují různé třídy látek, které lze rozdělit podle toho, jaké vlnové délky UV záření dokážou absorbovat, a to na UVA a UVB filtry nebo filtry, které dokážou absorbovat obě spektra vlnových délek, obrázek 7. Za UVA filtry se považují benzofenony. Ke skupině UVB filtrů se řadí deriváty kyseliny skořicové a kyseliny salicylové, deriváty kafru, deriváty kyseliny p-aminobenzoové a triaziny. Struktura filtrů je většinou dána aromatickou skupinou, na kterou jsou konjugovány karbonylové skupiny. Organické UV filtry se používají v kombinaci s jiným organickým či anorganickým filtrem, protože žádný z nich není schopen poskytnout účinný ochranný faktor proti slunečnímu záření. [2, 3, 19]



Obrázek 7 Spektrum absorpce UV záření některých organických filtrů (upraveno podle [18] [cit. 2019-04-27])

Organické filtry se vyskytují jak v *cis/Z* tak i *trans/E* formě. Do komerčních produktů se přidávají *trans* formy, které po absorpci UV záření mění svou strukturu na *cis* formy. Filtry v *cis* a *trans* formě se mohou projevovat stejnými fyzikálně-chemickými vlastnostmi, ale jejich biologický účinek může být odlišný. [20]

3.3.1 Deriváty kyseliny p-aminobenzoové

Deriváty kyseliny p-aminobenzoové (dále jako PABA), jsou jedny z prvních využívaných chemických filtrů. Řadí se k nejčastěji používaným UV filtrům na světě. Prokazují vysokou účinnost proti UVB záření, avšak některé z nich mohou mít účinky i proti UVA. Bylo prokázáno, že některé deriváty jsou spouštěči fotoalergických reakcí, proto bylo jejich využití jako UV filtrů v Evropě a Americe zakázáno. Jedná se o ethyl PABA, pentyl PABA a glyceryl PABA, které jsou v současné době povoleny pouze v Japonsku. Dnes je podle nařízení 1223/2009 Sb. v Evropské unii povoleno používání tří derivátů. Deriváty PABA jsou vysoce rozpustné ve vodě, např. PEG-25 PABA. [3, 8, 9, 14]

- **Kyselina p-aminobenzoová:**

Je základní látkou skupiny PABA, která patří k nejstarším ochranným organickým UV filtrům. Její povolená koncentrace v kosmetických přípravcích je 5 %, viz tabulka 2. Vykazuje absorpci UVB a částečně i UVA záření. Může prokazovat vysoký alergický potenciál, proto by měli jedinci s predispozicí k této alergické reakci věnovat pozornost složení přípravků, ve kterých by se mohla vyskytovat. [9, 14,21]

Jedná se o bílou krystalickou látku, která je částečně rozpustná ve vodě. Vysoký obsah této kyseliny se vyskytuje i ve vitamínu kyseliny listové a slouží jako živina pro některé bakterie. [22]

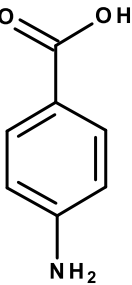
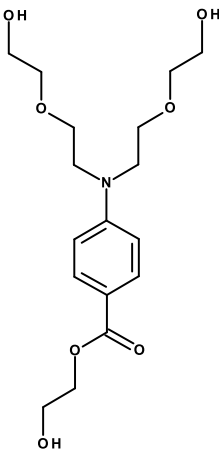
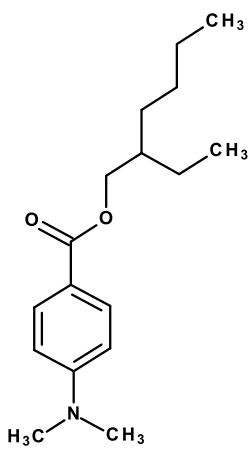
- **PEG-25 PABA:**

PEG-25 PABA neboli polyethylenglykol (25) PABA je ve vodě rozpustný UV filtr. Je dovoleno jej používat pouze v Evropě a jeho povolená koncentrace činí 10 %. [9]

- **Padimate O:**

Může být jinak označován jako ethylhexyl dimethyl PABA. Jedná se o UV filtr, který vykazuje absorpční vlastnosti proti UVB záření. Jeho použití v ochranných přípravcích je velmi oblíbené, obzvláště v USA, kde je jeho povolená koncentrace do 8 %. Stejná koncentrace je povolena podle nařízení 1223/2009 Sb., i v Evropské unii. Jeho nákladová cena je nízká, což je i důvodem, proč se používá skoro ve všech ochranných přípravcích. Jedná se o ve vodě nerozpustnou kapalinu žluté barvy. Jeho aplikace může podnítit tvorbu kožních alergických reakcí. [8, 9, 23, 24]

Tabulka 2 Přehled základních informací derivátů kyseliny p-aminobenzoové

Název	Zkratka	CAS	EC číslo	UVA/UVB typ	Povolená koncentrace	Vzorec ²
PABA/ para-Aminobenzoic acid	PAB	150-13-0	205-753-0	UVA/UVB	5 %	
PEG-25 PABA	P25	116242-27-4	–	UVB	10 %	
Ethylhexyl dimethyl PABA/ Padimate O	PDP	21245-02-3	244-289-3	UVB	8 %	

² Všechny zde uvedené vzorce byly nakresleny pomocí programu BIOVIA Draw 2019

3.3.2 Deriváty benzofenonu

Skupina chemických látek, které vykazují vysokou absorpci proti UVA i UVB záření. Jejich pozitivní vlastností je fotostabilita. Proto se mimo jiné využívají i v jiných přípravcích, než pouze v ochranných prostředcích, a to jako stabilizátory proti rozpadu barviv vlivem světla. Tyto látky jsou často využívány v ochranných přípravcích na opalování. [3, 14]

V Evropské unii je podle nařízení povoleno používat: benzophenone-3 a benzophenone-4/benzophenone-5, viz tabulka 3. [9]

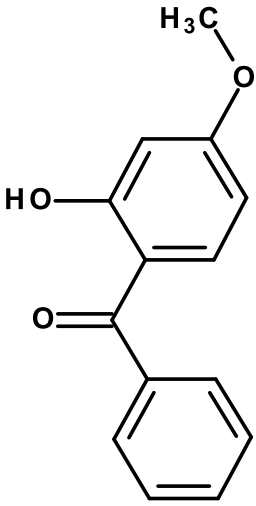
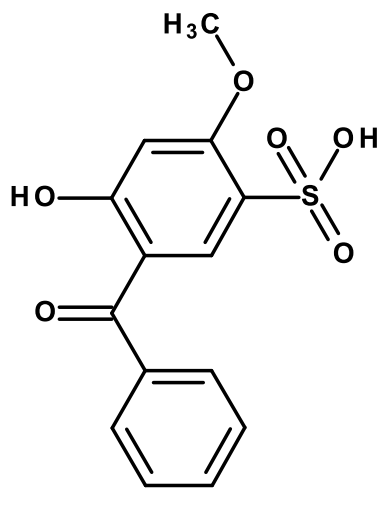
- **Benzophenone-3:**

Nebo jinak nazývaný oxybenzone patří mezi často používané ochranné filtry. Jeho povolená koncentrace podle nařízení 1223/2009 v EU je 10 % a využívá se proti UVA i UVB záření. Tvoří bezbarvé krystalky, které jsou hůře rozpustné v oleji, a proto se před přidáním do kosmetického prostředku rozpouští zvlášť v organickém rozpouštědle, aby se zamezilo zpětné krystalizaci. Benzophenone-3, dále jako BP3, je považován za jeden z nejběžnějších fotoalergenů. Studie prokázaly, že se BP3 vstřebává přes pokožku do krevního oběhu a vykazuje se estrogenními účinky, což může narušovat hormonální systém. To je důvodem, proč jeho využití v posledních letech výrazně pokleslo. [3, 9, 14, 25]

- **Sulisobenzone:**

Jinak označován jako benzophenone-4 nebo benzophenone-5. Benzophenone-4 má ve své molekule navázán vodík na sulfonové skupině, zatímco benzophenone-5 má přes tuto skupinu navázaný sodný kationt. Používá se jako ochranný filtr proti UVB záření, jeho povolená koncentrace činí 5 %. Přítomnost sulfonové kyseliny způsobuje, že není voděodolný, a proto jeho využití v kosmetických přípravcích klesá. Dnes se spíše využívá v průmyslu, a to kvůli jeho schopnosti chránit před působením UV záření textilní látky, barvy a plasty. Před jeho aplikací musí dojít k neutralizaci vhodnou bází. [9, 14, 26]

Tabulka 3 Přehled základních informací derivátů benzofenonu

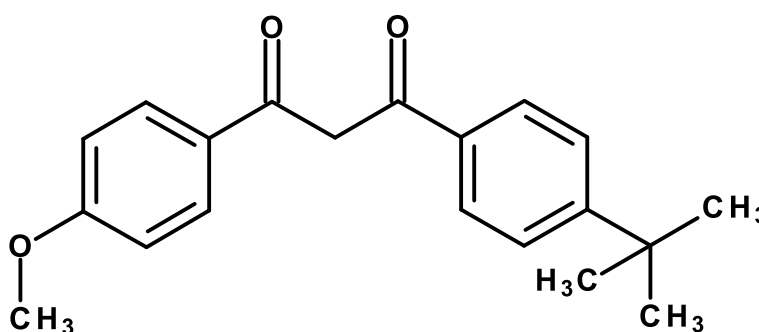
Název	Zkratka	CAS	EC číslo	UVA/UVB typ	Povolená koncentrace	Vzorec
Benzophenone-3/ Oxybenzone	BP3	131-57-7	205-031-5	UVA/ UVB	10 %	
Benzophenone-4/ Benzophenone-5/ Sulisobenzone	BP4/ BP5	4065-45-6/ 6628-37-1	223-772-2/ -	UVB	5 %	

³ Vzorec benzophenone-4

3.3.3 Deriváty dibenzoylmethanu

- **Avobenzone:**

Jedná se o UV filtr, který dokáže absorbovat UVA záření. Patří ke spouštěčům kontaktní alergie. V Evropě je používán již několik let, ale v poslední době jeho využití kvůli jeho nízké fotostabilitě klesá. Při jeho vystavení slunečnímu záření dochází ke snížení účinnosti ochranného efektu až o 60 %. Při kombinaci s jiným UV filtrem např. octocrylene, octisalate může docházet ke stabilizaci. [3, 11, 14]



Obrázek 8 Struktura avobenzone

Tabulka 4 Přehled základních informací derivátů dibenzoylmethanu

Název	Zkratka	CAS	EC číslo	UVA/UVB typ	Povolená koncentrace
Butyl methoxydibenzoylmethane/ Avobenzon	BMDM	70356-09-1	274-581-6	UVA	5 %

3.3.4 Deriváty kyseliny salicylové

Salicyláty jsou slabšími absorbéry UVB záření. Jsou jedny z nejstarších a světově nejčastěji používaných organických UV filtrů. Postupem času se začaly nahrazovat účinnějšími látkami, především deriváty PABA. Často jsou používány k doplnění účinnosti dalších UVB absorbérů. Ve vodě se nerozpouštějí. Mezi schválené salicyláty v EU patří: homosalate, ethylhexyl salicylate, jejich koncentrace jsou uvedeny v tabulce 5. [3, 8, 9, 14, 27]

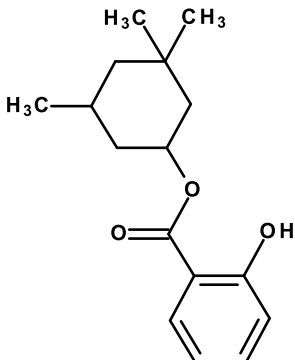
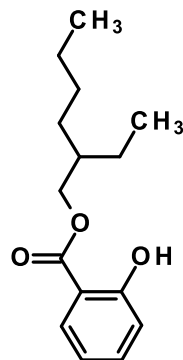
- **Homosalate:**

Výhodou tohoto absorbéru je jeho dobrá rozpustnost v oleji a jeho fotostabilita. [14]

- Ethylhexyl salicylate:

Široce užívaný UV filtr, přestože se neproказuje vysokými ochrannými účinky. Jedná se o bezbarvou olejovitou kapalinu, která díky své dobré rozpustnosti v oleji napomáhá rozpouštět méně rozpustné látky jako je např. benzophenone-3. Maximální povolená koncentrace je 5 %. Ethylhexyl salicylate může prostupovat do lymfatického systému a ovlivňovat tak jeho funkci. [9, 14]

Tabulka 5 Přehled základních informací derivátů kyseliny salicylové

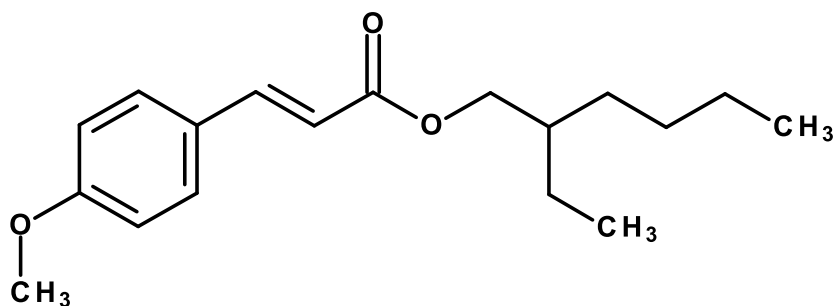
Vzorec		
Povolená koncentrace	10 %	5 %
UVA/UVB typ	UVB	UVB
EC číslo	204-260-8	204-263-4
CAS	118-56-9	118-60-5
Zkratka	HS	ES
Název	Homosalate	Ethylhexyl salicylate/ Octisalate

3.3.5 Deriváty kyseliny skořicové

Patří mezi jedny z nejsilnějších absorbérů UVB záření a v posledních letech nahrazují deriváty PABA. Mohou být prekurzory kožních alergií. Používají se v kombinaci s jinými UV filtry za účelem dosažení co nejvyšších hodnot SPF. [3, 15, 28]

- **Ethylhexyl methoxycinnamate:**

Jeden ze skupiny cinnamátů, který se do formulací přidává za účelem zvýšení SPF a odolnosti proti vodě, jelikož se v ní nerozpouští. Je jedním z nejpoužívanějších absorbérů. Jeho povolená koncentrace do přípravků činí 10 %. Ve světě je často využíván kvůli jeho dobré rozpustnosti v oleji a nerozpustnosti ve vodě. Ethylhexyl methoxycinnamate se může projevat zvýšenou estrogenní aktivitou. [3, 8, 9, 14]

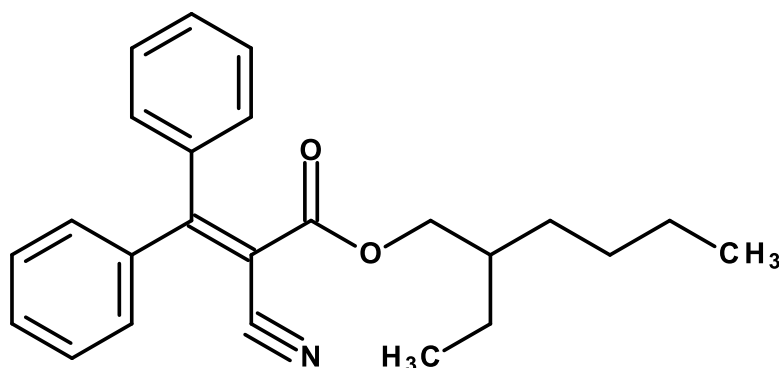


Obrázek 9 Struktura ethylhexyl methoxycinnamate

- **Octocrylene**

Z chemického hlediska je řazen do skupiny cinnamátů. Nejedná se o ochranný filtr s vysokou účinností, ale je stabilní proti rozpadu, a proto se do kosmetických přípravků přidává spíše jako stabilizátor jiných UV filtrů proti fotodegradaci nebo za účelem podpoření některých vlastností jiných filtrů. Je hydrofobní, tedy ve vodě nerozpustný. Poskytuje ochranu proti UVA i UVB záření a jeho maximální povolená koncentrace v evropských zemích je 10 %. Jeho nevýhodou je, že je jedním ze spouštěčů alergických reakcí. [8, 29]

Použití octocrylene je populární i v kosmetických přípravcích, které primárně neslouží k ochraně proti slunečnímu záření. Jedná se například o spreje na vlasy, BB a CC krémy, kondicionéry apod. Do těchto formulací je přidáván spíše za účelem stabilizace barviv nebo pro lehké zvýšení ochrany proti slunečnímu záření. [30]



Obrázek 10 Struktura octocrylene

Tabulka 6 Přehled základních informací derivátů kyseliny skořicové

Název	Zkratka	CAS	EC číslo	UVA/UVB typ	Povolená koncentrace
Ethylhexyl methoxycinnamate/ Octinoxate	EHMC/ EMC	5466-77-3	226-775-7	UVB	10 %
Octocrylene	ORC	6197-30-4	228-250-8	UVA/ UVB	10 %
Isoamyl p-methoxycinnamate/ Amiloxate	IMC	71617-10-2	275-702-5	UVB	10 %

3.3.6 Deriváty kafru

Ve Spojených státech amerických není podle U.S. food and drug administration (FDA) využití těchto ochranných látek schváleno, zatímco v Evropské unii je jich z této skupiny povoleno celkem šest, viz tabulka 7. Deriváty kafru se vykazují vynikajícími fotostabilními vlastnostmi, proto jsou významnými UV filtry proti slunečnímu záření. Všechny zde uvedené deriváty mají pozitivní účinky proti UVB záření. Jediný ecamsul vykazuje účinky i proti UVA záření. Mezi nejvíce využívané patří 3-benzylidene camphor (3BC) a 4-methyl-benzylidene camphor. [3, 9, 14]

- **3-benzylidene camphor:**

Díky své fotostabilitě je velmi oblíbeným UV filtrem, který se přidává do ochranných přípravků. Jeho povolená koncentrace v kosmetickém přípravku činí 2 %. Je to pevná bezbarvá

látka, nerozpustná ve vodě. Použití 3BC se omezuje kvůli jeho dráždivým účinkům na kůži a také kvůli jeho toxickému působení na endokrinní systém. [9, 31]

- **4-methylbenzylidene camphor:**

V EU jeden z nejvíce používaných UVB absorbérů. Povolená koncentrace v kosmetických přípravcích podle nařízení 1223/2009 činí 4 %. Výhodou je jeho vysoká rozpustnost v olejích, proto je využíván ve velké míře. Vykazuje se vysokou fotostabilitou a díky tomu slouží k podpoře této vlastnosti i u jiných látek. Byl u něj prokázán vliv na endokrinní systém ryb, což může mít za následek i vliv na lidský endokrinní systém. [6, 9, 14, 32]

Tabulka 7 Přehled základních informací derivátů kafru

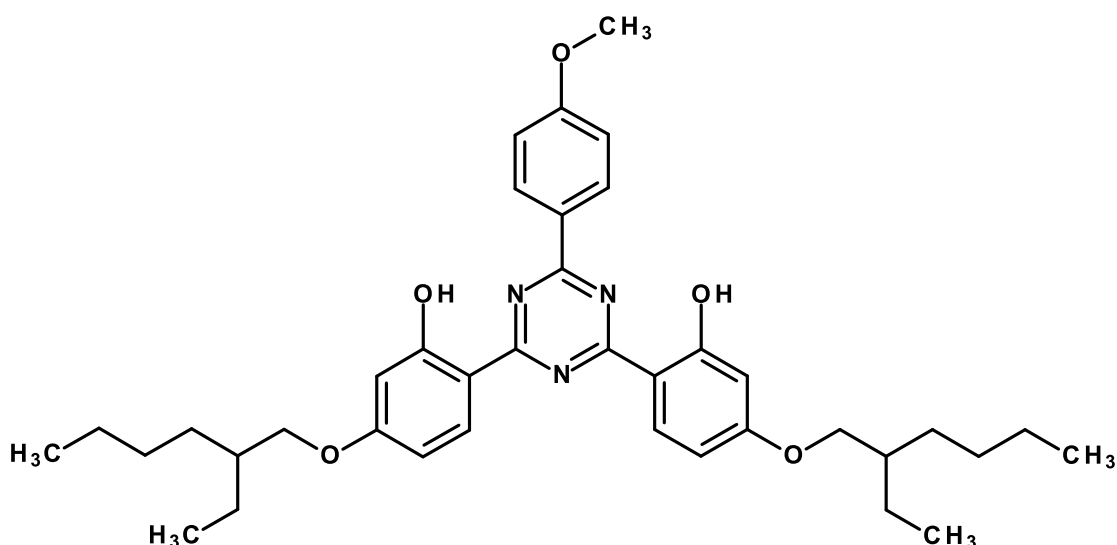
Název	Zkratka	CAS	EC číslo	UVA/UVB typ	Povolená koncentrace	Vzorec
Camphor benzalkonium methosulfate	CBM	52793-97-2	258-19-8	–	5 %	
Terephthalylidene dicamphor sulfonic acid/ Ecamsul	TDS	90457-82-2/ 92761-26-7	410-960-6	UVA	10 %	
Benzylidene camphor sulfonic acid	BCSA	56039-58-8	–	–	6 %	
Polyacrylamidomethyl benzylidene camphor	PBC	113783-6-2	–	–	6 %	
4-methylbenzylidene Camphor/ Enzacamene	MBC/ 4MBC	38102-62-4/ 36861-47-9	253-242-6	UVB	4 %	
3-benzylidene camphor	3BC	15087-24-8	239-139-9	–	2 %	

3.3.7 Deriváty triazonu

Jejich používání je povoleno pouze v Evropě. Díky jejich struktuře se vykazují vysokou fotostabilitou a vysokými účinky proti UVB záření, viz tabulka 8. [27]

- **Bemotrizinol:**

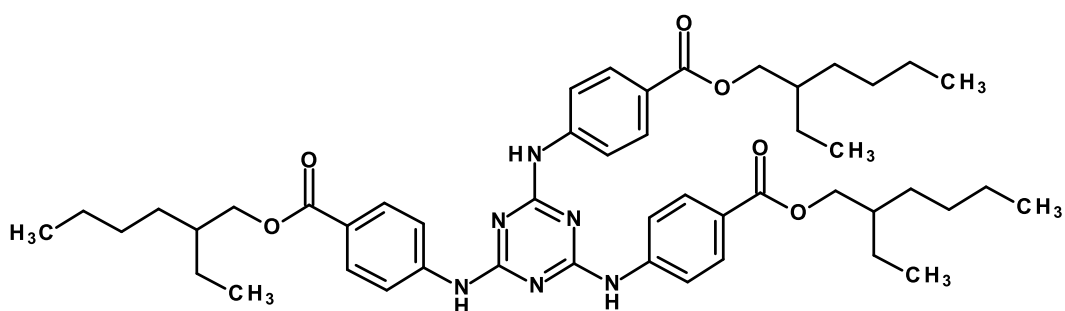
Jediný ze skupiny, který se prokazuje účinností jak proti UVA, tak i UVB záření. Maximální povolená koncentrace tohoto UV filtru je 10 %. Je odolný vůči slunečnímu záření, tzn. že, se vlivem slunečního záření nerozkládá a může tak chránit i jiné látky, před rozkladem, které jsou méně stabilní. Jedná se o UV filtr rozpustný v oleji. [9, 14]



Obrázek 11 Struktura bemotriziol

- **Ethylhexyl triazone:**

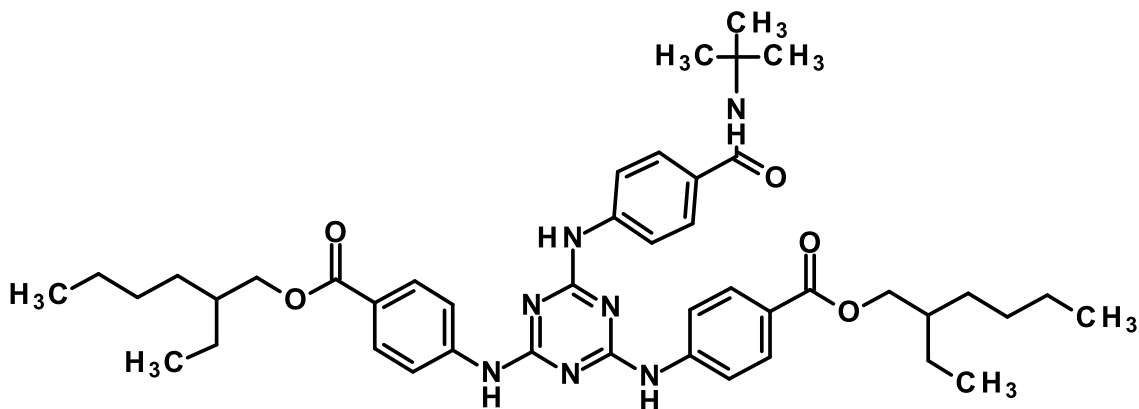
Dokáže absorbovat pouze vlnové délky UVB záření. Nevýhodou této látky je její nízká rozpustnost a zpětná krystalizace v produktu. Povolena koncentrace je 5 %, viz tabulka 8. [9, 14, 27]



Obrázek 12 Struktura ethylhexyl triazone

- **Iscotrizinol:**

Stejně jako ethylhexyl triazone dokáže rovněž chránit před UVB zářením. Maximální povolená koncentrace činí 10 %. [9]



Obrázek 13 Struktura iscotrizinol

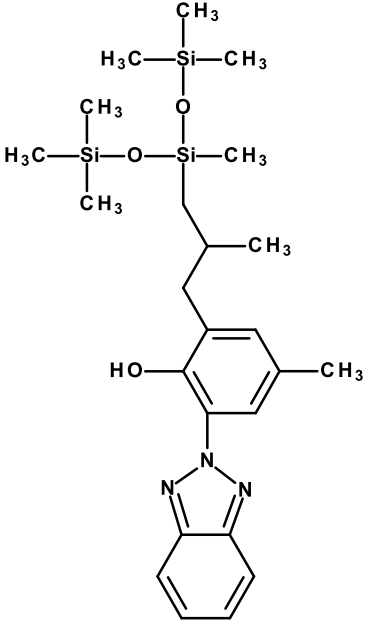
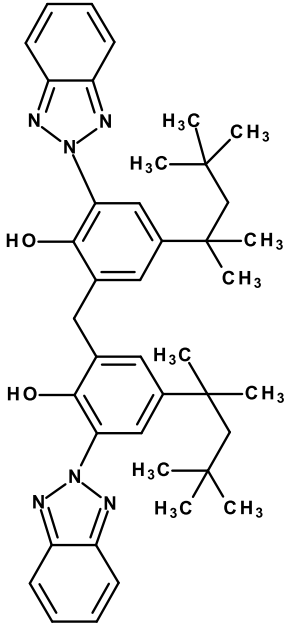
Tabulka 8 Přehled základních informací triazonů

Název	Zkratka	CAS	EC číslo	UVA/UVB typ	Povolená koncentrace
Ethylhexyl triazone	ET	88122-99-0	402-070-1	UVB	5 %
Diethylhexyl butamido triazone/ Iscotrizinol	DBT	154702-15-5	–	UVB	10 %
Bis-ethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine/ Bemotrizinol	EMT	187393-00-6	–	UVA/ UVB	10 %

3.3.8 Deriváty benzotriazolu

Do této skupiny spadají dva zástupci, a to drometrizol trisiloxane a bisoctrizole. Oba dokážou absorbovat UVA i UVB záření, čímž poskytují širokospektrální ochranu. Povolená koncentrace je uvedena v tabulce 9, kdy pro drometrizol trisiloxane je maximální koncentrace 15 % a pro bisoctrizol 10 %. [9, 14]

Tabulka 9 Přehled základních informací derivátů benzotriazolu

Vzorec		
Povolená koncentrace	15 %	10 %
UVA/UVB typ	UVA/ UVB	UVA/ UVB
EC číslo	-	403-800-1
CAS	155633-54-8	103597-45-1
Zkratka	DRT	MBT
Název	Drometrizole Trisiloxane	Methylene bis-benzotriazolyl tetramethylbu- tylphenol/ Bisocetrizole

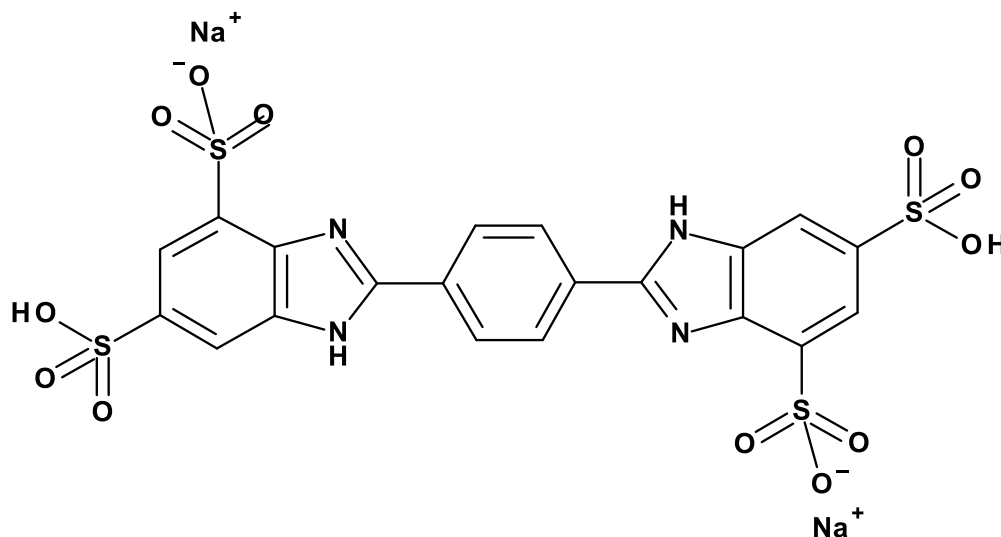
3.3.9 Deriváty benzimidazolu

- **Ensulizole:**

Jedná se o fotostabilní absorbér UVB záření, který je schválen v USA i EU. Po neutralizaci bázi je připraven k použití a stává se ve vodě rozpustným. Jeho povolená koncentrace v EU podle nařízení 1223/2009 je 8 %, viz tabulka 10. Často se používá do přípravků na vodní bázi, například do gelů. [9, 14]

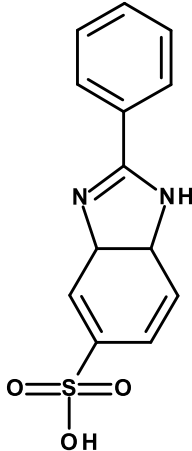
- **Bisdisulizole disodium:**

Jeho používání je schváleno pouze v EU. Vykazuje ochranné schopnosti proti UVA záření. Je relativně fotostabilní a ve vodě rozpustný. Povolená koncentrace do ochranných přípravků je 10 %, viz tabulka 10. [9, 14]



Obrázek 14 Struktura bisdisulizole disodium

Tabulka 10 Přehled základních informací derivátů bezimidazolu

Název	Zkratka	CAS	ES číslo	UVA/UVB typ	Povolená koncentrace	Vzorec
Disodium phenyl dibenzimidazole tetrasulfonate/ Bisdisulfizole disodium	PDT	1800898-37-7	429-750-0	UVA	10 %	
Phenylbenzimidazole sulfonic acid/ Ensulizole	PBS	27503-81-7	248-502-0	UVB	8 %	

4 VÝROBKY S UV FILTRY – SUNSCREEN

Jedná se o přípravky (gely, krémy, balzámy, spreje a oleje), které ve svém složení obsahují UV filtry za účelem ochrany pokožky před spálením či jiným poškozením vlivem nadměrné expozice slunečnímu záření. Sunscreeny by měly chránit pokožku před UVB i UVA zářením, přičemž stupeň ochrany je udáván SPF, jak již bylo definováno v předchozí části práce. Tyto formulace slouží k prodloužení doby expozice jedince na slunci.

Na etiketě kosmetických přípravků určených na ochranu proti slunečnímu záření se vždy objevuje číselné označení SPF, viz obrázek 15. Příslušné číslo udává, po jakou dobu můžeme kůži vystavit slunečnímu záření, aniž by došlo k tvorbě erytému. Tato doba se ovšem liší v závislosti na fototypu jedince, kdy u každého fototypu dochází k projevu opálené nebo spálené pokožky po jinak dlouhé době (tabulka 11). Například pokožka vydrží bez spálení maximálně 20 minut, při použití ochranného přípravku s SPF 10 bude pokožka chráněna $20 \times 10 = 200$ minut. Při delším pobytu na slunci se doporučuje aplikaci zhruba po 2 hodinách opakovat, aby byla zajištěna stálá ochrana. [1, 33, 34]



Obrázek 15 Příklad opalovacího oleje s SPF 10

(<http://www.astrid.cz/pages/productdetails.aspx?lang=cs&iid=43910&path=1396904614>

[cit. 2019-04-30])

Tabulka 11 Typy fototypů [1, 35]

Kožní fototyp	Popis kůže	Doba opalování bez spálení [min]
Fototyp I	Velmi světlá	5–10
Fototyp II	Světlá, bledá	10–20
Fototyp II	Běžová	20–30
Fototyp IV	Světle hnědá	30–40
Fototyp V	Hnědá	60–90
Fototyp IV	Tmavě hnědá, černá	90–150

UV filtry jsou přidávány i do přípravků, jejichž primární funkcí není ochrana zákazníka před UV zářením, nýbrž ve kterých slouží jako ochrana barviv. [3, 8]

V posledních letech se rozšířilo každodenní používání přípravků s UV filtry, např. v make-upech, krémech, sprchových gelech, vlasové kosmetice, ale třeba také v balzámech na rty. To je zapříčineno obavou lidí z nepříznivých účinků UV záření. [8]

Spotřebitelé preferují takové přípravky, které po nanesení pokožku hydratují, zvláčňují, avšak zároveň na ní nezanechávají mastný film. Většina organických filtrů je rozpustná v oleji, a právě tato vlastnost přispívá k tomu, že produkt po aplikaci nepůsobí tak mastným pocitem. [27, 36]

V prostředích na ochranu proti slunečnímu záření by se v seznamu ingrediencí měly UV filtry vyskytovat na předních místech. Seznam ingrediencí je uváděn sestupně podle obsahu jednotlivých komponentů přípravku, od nejvíce po nejméně obsažené, kdy látky do 1 % mohou být řazeny libovolně, nejčastěji abecedně. [9]

4.1 Složení ochranných přípravků na opalování

Do této kapitoly byly zařazeny přípravky, které jsou určeny právě k ochraně pokožky proti poškození slunečním zářením. Vybrány byly přípravky běžně dostupné na našem trhu. Zvoleny byly také podle různé cenové kategorie 50–300 Kč. Jelikož trh nabízí širokou škálu aplikačních formulí, byly vybrány ty nejčastější.

Podle analyzovaného složení jednotlivých produktů se nejvíce využívají filtry: octocrylene, homosalate, ehtylhexyl salicylate, buthyl methoxydibenzoylmethane. V textu jsou u každého výrobku filtry vždy zvýrazněny tučně.

4.1.1 Olej na opalování NUBIAN 6 s vitamínem E



Obrázek 16 Opalovací olej NUBIAN 6

(https://www.lekarna.cz/nubian-olej-na-opalovani-of6-60ml/?gclid=Cj0KCQjw5J_mBRDVARIsAGqGLZB7Tl4WSf6nPvIk1lDu52rG4AzPnpTpf-DjN0Rv1oT1q8YGi4bZSI2MaAkuuEALw_wcB[cit. 2019-04-30])

Složení: Paraffinum liquidum, C12-15 Alkyl Benzoate, **Octyl Methoxycinnamate**, **Octocrylene**, **Butyl Methoxydibenzoylmethane**, Helianthus Annus Seed Oil, Tocopheryl Acetate, Parfum, Junglas Regia Oil, Citral, α -isomethyl Ionone, Benzyl Benzoate, Citronellol, Geraniol, Linalool, Butylphenyl Methylpropional, Limonene, CI 12010

Jedná se o ochranný přípravek na bázi oleje, proto je jako první ingredience uveden tekutý parafín – *paraffinum liquidum*. Z UV filtrů jsou zde obsaženy tři druhy. Podle pořadí v seznamu ingrediencí lze předpokládat, že největší koncentraci bude mít octyl methoxycinnamate (ethylhexyl methoxycinnamate). Dále je zde octocrylene a butyl methoxydibenzoylmethane (avobenzone). Díky tomuto obsahu UV filtrů dokáže tento prostředek chránit jak proti UVA, tak i UVB záření. Cena opalovacího přípravku se pohybuje okolo 60 Kč.

4.1.2 Carroten OmegaCare suncare oil SPF 20



Obrázek 17 Opalovací olej Carroten Omegacare

(<https://en.carroten.gr/products/omega-care-oil-spf20/> [cit. 2019-04-30])

Složení: Paraffinum liquidum, C12-15 Alky Benzoate, **Octocrylene**, Isopropyl Myristate, **Ethylhexyl salicylate**, **Homosalate**, Caprylic/Capric Triglyceride, **Buthyl Methoxydibenzoylmethan**, Cocos Nucifera oil, Macadamia Integrifolia Seed Oil, Alkanna Tinctoria Root Extract, Arachis Hypogaea, Oil Ascorbyl Palmitate, β -carotene, Bis-ethylhexyl Hydroxydimethoxy Benzylmalonate, **Bis-ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl triazine**, Calendula Officinalis Extract, Capsicum Annuum Extract, Citrid Acid, Daucus Carota Sativa Extract, Glyceril Oleate, Glycerly Stearate, Helianthus Annuus Seed Oil, Juglans Regia Shell Extract, Lecithin, Olea Europaea Frui Oil, Parfumm, Sesamum Indicum Seed Oil, Tocopherol, Tocopheryl Acetate, VP/Hexadecene Copolymer, Zea Mays Oil, BHT, Phenoxyethanol, α -isomethyl Ionone, Amyl Cinnamal, Benzyl Alcohol, Benzyl Benzoate, Benzyl Salicylate, Buthylphenyl Methylpropional, Cinnamyl Alcohol, Citral, Geraniol, Isoeugenol, Limonene, Linalool.

Ochranný přípravek na bázi oleje s SPF 20. Na třetí pozici v seznamu ingrediencí je octocrylene, kterého by v přípravku mělo být z uvedených UV filtrů nejvíce. Podle informací na obale by měl poskytovat širokospektrální ochranu proti UV záření a infračervenému záření. Cena opalovacího oleje se pohybuje okolo 250 Kč.

4.1.3 Nivea sun protect & refresh 20 invisible cooling sun spray medium



Obrázek 18 Opalovací sprej Nivea

(<https://www.parfemy-elnino.cz/nivea-sun-protect-refresh-spf20-opalovaci-pripravek-na-telo-pro-zeny-200-ml-1940961515115225/>[cit. 2019-04-30])

Složení: Alcohol Denat., C12-15 Alkyl Benzoate, Cyclomethicone, **Homosalate**, **Octocrylene**, Glycerin, **Buthyl Methoxydibenzoylmethan**, **Ethylhexyl Salicylate**, Menthol, Acrylates/Octylacrylamide Copolymer, Aqua, Linalool, Limonene, Butylphenyl Methylpropional, Benzyl Alcohol, α -isomethyl Ionone, Eugenol, Citronellol Coumarin, Geraniol, Parfum

Ochranný přípravek ve formě spreje, který by díky svému složení neměl zanechávat na pokožce mastný film. Podle pořadí UV filtrů v seznamu ingrediencí by s největší koncentrací měl být obsažen homosalate. Obsah těchto UV filtrů poskytuje ochranu proti UVA i UVB záření, přípravek by měl být voděodolný. Jelikož se jedná o přípravek s SPF 20, měla by tomu odpovídat i koncentrace použitých UV filtrů. Cena přípravku se pohybuje okolo 280 Kč.

4.1.4 Nivea sun protect & moisture sun lotion 20 medium



Obrázek 19 Opalovací mléko Nivea

(https://www.parfemy-elnino.cz/nivea-sun-protect-moisture-spf20-opalovaci-pripravek-na-telo-400-ml/?gclid=Cj0KCQjw5J_mBRDVARIsAGqGLZAmwyZgQQMamAm-03UEAk-srmCSlcmgUwV92lR3kog-ZAH3uH5-_qFkaAthWEALw_wcB [cit. 2019-04-30])

Složení: Aqua, **Homosalate**, **Octocrylene**, Glycerin, C12-15 Alkyl Benzoate, Alcohol Denat., **Ethylhexyl Salicylate**, **Butyl Methoxydibenzoylmethane**, Glyceryl Stearate Citrate, Panthenol, Hydrogenated Coco-glycerides, Myristyl Myristate, Tocopheryl Acetate, Cellulose Gum, Tetrasodium Iminodisuccinate, VP/Hexadecene Copolymer, Xanthan Gum, Sodium Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer, Cetyl Alcohol, Stearyl Alcohol, Silica Dimethyl Silylate, Trisodium EDTA, Hydroxyacetophenone, Ethylhexylglycerin, Linalool, Limonene, Benzyl Alcohol, α -isomethyl Ionone, Citronellol, Coumarin, Parfum

Hydratační mléko na opalování s SPF 20. Obsahuje čtyři organické UV filtry, které jsou nerozpustné ve vodě a mají ochranné účinky proti záření UVA i UVB. Podle informací na obale by měl díky svému složení, především díky glycerinu hydratovat pokožku. Cena se pohybuje okolo 289 Kč.

4.1.5 Baby sebamed sun care multi protect sun lotion



Obrázek 20 Dětské opalovací mléko Sebamed

(https://www.benu.cz/sebamed-detske-opalovaci-mleko-of30-200ml?aw=1&gclid=Cj0KCQjw5J_mBRDVARI-sAGqGLZBOtmXyi457ZT16MsgKIDt5bRVskR6QzqW3ijIbxUFXnk8_tuOtEUcaAlEqEALw_wcB[cit. 2019-04-30])

Složení: Aqua, **Octocrylene**, C12-15 Alkyl Benzoate, Cetearyl Isononanoate, Glycerin, Polyglyceryl-2 Dipolyhydroxystearate, **Titanium Dioxide (Nano)**, Glyceryl Oleate, **Butyl Methoxydibenzoylmethane**, Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Panthenol, Tocopheryl Acetate, Magnesium Sulfate, **Diethylhexyl Butamido Triazone**, Cera alba, Inulin, Lecithin, Bisabolol, **Bis-ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine**, Silica, Dimethicone, Zinc Stearate, Parfum, Ethylhexylglycerin, Phenoxyethanol, Sorbic Acid

Jedná se o opalovací mléko pro děti s SPF 30. Podle složení je v něm obsažen oxid titaničitý (anorganický UV filtr) v nano velikosti, která je uvedena v závorce, a díky tomu by neměl vytvářet na pokožce bílý povlak. Dětská pokožka je citlivější než pokožka dospělého člověka, proto se na šestém místě ve složení vyskytuje oxid titaničitý, který je k pokožce šetrnější. Dále jsou v něm obsaženy organické UV filtry, které jsou obsaženy ve větším podílu než oxid titaničitý. Cena přípravku se pohybuje okolo 300 Kč.

4.1.6 Labello sun protect SPF 30



Obrázek 21 Balzám na rty Labello s SPF 30

(https://www.lekarna.cz/labello-sun-protect-spf30-tycinka-na-rty-4-8g/?gclid=Cj0KCQjw5J_mBRDVARIsAGqGLZAT4gAsG-kQAtU8aCTrEnNE_C9zO4_p7Ofk0lk9qLDCaFgk405sJmfAaAqD6EALw_wcB [cit. 2019-04-30])

Složení: Octyldodecanol, Ricinus Communis Seed Oil, Hydrogenated Rapeseed Oil, Cera Alba, **Homosalate**, **Octocrylene**, Cetyl Palmitate, **Butyl Methoxydibenzoylemethane**, **Ethylhexyl salicylate**, Cetyl Ricinoleate, Bis-Diglyceryl Polyacyladipate-2, Cetearyl Alcohol, Butyrospermum Parkii Butter, Persea Gratissima Oil, Simmondsia Chinesis Seed Oil, Tocopheryl Acetate, BHT, Limonene, Geraniol, Linalool, Benzyl Alcohol, Parfum, CI 77891, CI 77492

Jde o přípravek určený k ochraně rtů. Podle popisu by měl rty chránit a hydratovat po dobu 24 hodin. Jako hydratační složky jsou v něm použité oleje a vosky. Cena se pohybuje okolo 50 Kč.

4.2 Složení přípravků, které obsahují ve složení UV filtry

Jedná se o přípravky, které obsahují UV filtry. V jejich složení se mohou vyskytovat za účelem ochrany proti vlivům UV záření, nebo také jako stabilizátory barev.

4.2.1 Adidas skin detox shower gel



Obrázek 22 Sprchový gel Adidas

(https://www.watsons.com.my/skin-detox-shower-gel-250ml/p/BP_76371[cit. 2019-04-30])

Složení: Aqua, Sodium Laureth Sulfate, Cocamidopropyl Betain, Acrylates Copolymer, Glycerin, Styrene/Acrylates Copolymer, Phenoxyethanol, Cellulose Acetate, Citric Acid, Sodium Benzoate, Parfum/Frafrance, Sodium Hydroxide, Propylene Glycol, Disodium EDTA, **Ethylhexyl Methoxycinnamate**, Benzyl Salicylate, PEG-150 Pentaerythrityl Tetraacetate, Synthetic Wax, Linalool, Hexyl Cinnamal, Sodium Lauryl Sulfate, **Butyl Methoxydibenzoylmethane**, **Ethylhexyl Salicylate**, α -isomethyl Ionone, PEG-6 Caprylic/Capric Glycerides, Euterpe Oleracea Fruit Extract, Maltodextrin, Potassium Sorbate, BHT, Ext. D&C Violet No. 2 (CI 60730), FD&C Blue No. 1 Aluminum Lake (CI 42090), D&C Red No. 33 (CI 17200), FD&C Yellow No. 5 (CI 19140)

Ve složení sprchového gelu jsou zvláště obsaženy UV filtry, které zde mohou mít funkci stabilizátorů, jak již bylo zmíněno výše. To lze vyčíst z pořadí v seznamu ingrediencí. Kdyby zde byly UV filtry použity za účelem ochrany pokožky proti slunečnímu záření, byla by použita vyšší koncentrace, což by bylo zřejmé z umístění těchto látek v seznamu ingrediencí na předních místech. Cena výrobku se pohybuje okolo 50 Kč.

4.2.2 L'Oréal Paris Elseve color-vive pečující balzám



Obrázek 23 Balzám na vlasy L'Oréal Paris

(https://www.notino.cz/loreal-paris/elseve-color-vive-sampon-pro-barvene-vlasy/p-97020/?gclid=Cj0KCQjw5J_mBRDVARIsAGqGLZDWa9rn7kPELT-Gfy63A3JjL4J6YjaHw8IMbgNi6LUiTjMMxeyK-o_oaAkzHEALw_wcB [cit. 2019-04-30])

Složení: Aqua, Cetearyl Alcohol, Behentrimonium Chloride, Cetyl Ester, Tocopherol, Coconut Oil, **Ethylhexyl Methoxycinnamate**, Trideceth-6, Chlorhexidine Digluconate, Poly(linseed oil), Benzyl Alcohol, Benzyl Salicylate, Linalool, **Benzophenone-4**, Amodimethicone, Isopropyl Alcohol, α -isomethyl Ionone, Geraniol, Citric Acid, Potassium Hydroxide, Butylphenyl methylpropional, Citronellol, Cetrimonium Chloride, Hexyl Cinnamal, Parfúm

Ve složení pečujícího balzámu na vlasy je zvýrazněn ethylhexyl methoxycinnamate, který zde může zastávat funkci UV filtru určeného k ochraně vlasů, nebo sloužit jako stabilizátor přípravku proti vlivu UV záření. Dále je zvýrazněn benzophenone-4, který může mít stejnou funkci jako prvně zmíněný UV filtr. Na obalu přípravku je uvedeno, že má chránit a podporovat zářivost barvy, na čemž se mohou podílet právě zmiňované UV filtry. Cena se pohybuje okolo 80 Kč.

4.2.3 MAX FACTOR Face finity all day flawless foundation SPF 20



Obrázek 24 Make up Max Factor s SPF 20

(https://www.notino.cz/max-factor/facefinity-make-up-3-v-1/p-88543/?gclid=Cj0KCQjw5J_mBRDVARIsAGqGLZAYDpcX27Gz2sNv5seqqbxYAaQun-fWE_vxdQI7gTw7OsQ4f0W2zRVgaAhn6EALw_wcB [cit. 2019-04-30])

Složení: Aqua, Cyclopentasiloxane, Talc, Propylene Glycol, Dimethicone, **Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid**, Aluminum Starch Octenylsuccinate, Sodium Chloride, PEG/PPG-18/18 Dimethicone, PVP, Benzyl Alcohol, Phenoxyethanol, Sodium Hydroxide, Acrylonitrile/Methyl Methacrylate/Vinylidene Chloride Copolymer, Synthetic Beeswax, Trihydroxystearin, Methicone, Silica, Sodium Benzoate, Synthetic Wax, Polyglyceryl-4 Isostearate, Cetyl PEG/PPG-10/1 Dimethicone, Hexyl Laurate, Isopropyl Titanium Triisostearate, Ethylene Brassylate, Polyethylene, [May Contain +/-: Titanium Dioxide (CI 77891), Iron Oxides (CI 77491, CI 77492, CI 77499)]

Jak lze vidět ze složení, zvýrazněný UV filtr se nachází na 6. místě ze všech komponentů. Na obalu je uvedeno, že make-up poskytuje ochranu proti slunečnímu záření SPF 20, čemuž by měl odpovídat i obsah použitého UV filtru. Určitou ochranu může poskytovat i talek, který je ve složení na třetím místě. Cena se pohybuje okolo 240 Kč.

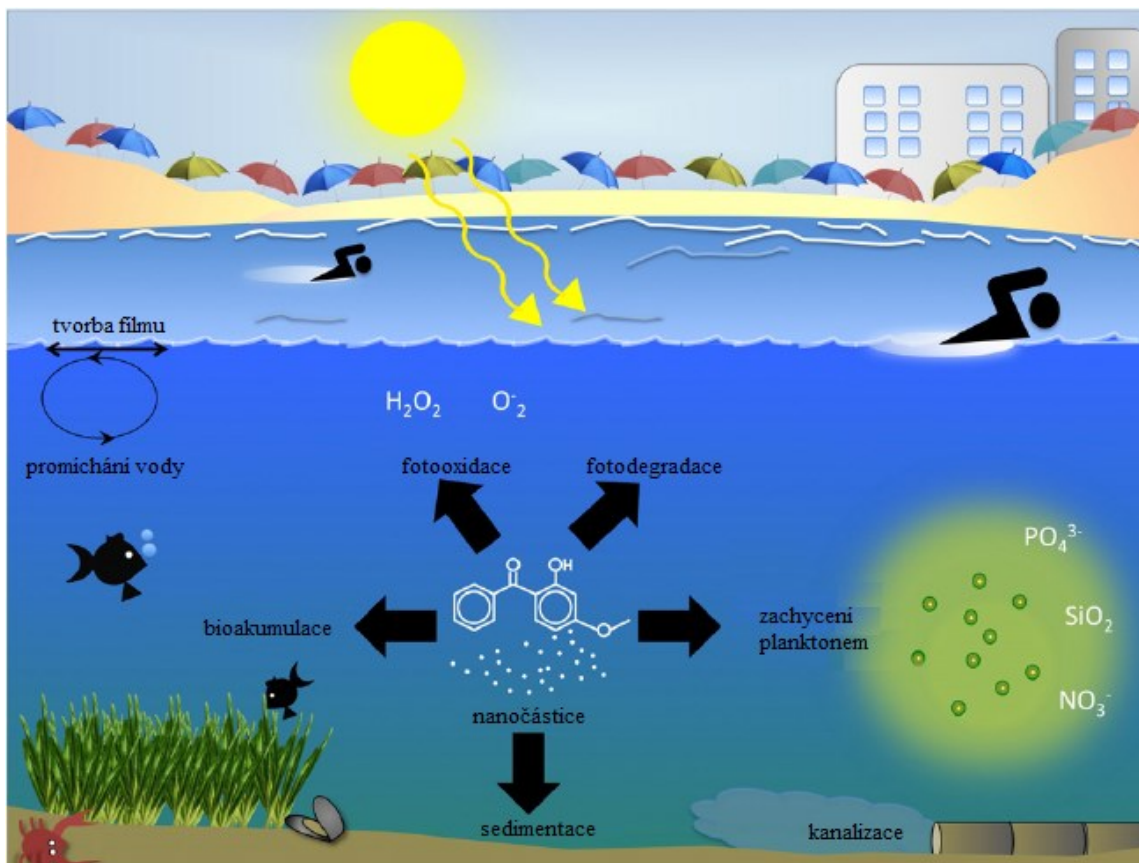
5 VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

S narůstající obavou z UV záření a jeho možných zdravotních rizik dochází k větší spotřebě přípravků, které obsahují UV filtry. S tím souvisí i to, že dochází k většímu prostupu těchto látek do životního prostředí, a to především do vodního. Únik těchto látek do vody probíhá dvěma způsoby. Buďto přímo přes spotřebitele, kdy dochází k jejich smytí z pokožky při koupání, nebo nepřímo při úniku z čističek odpadních vod (ČOV), kam se dostávají z bazénových vod nebo městských kanalizací, jelikož ČOV nedokáže účinně redukovat vysoké koncentrace UV filtrů obsažených ve vodě. Hodně zbytků UV filtrů se shromažďuje v aktivovaném kale ČOV. Do vody se mohou také dostávat jako metabolity z lidského těla, kdy po aplikaci produktu s UV filtry dojde k jejich nežádoucímu vstřebání až do lymfatického systému. Následně dochází k jejich akumulaci v ledvinách a poté vyloučení močí do vody. [6, 20, 37, 38]

Kvůli lipofilnímu charakteru některých UV filtrů nedochází k jejich rozpuštění ve vodě, nýbrž k tvorbě mastného povlaku na povrchu vodních hladin (obrázek 25). Záleží také na rozdělovacím koeficientu n-oktanol–voda (K_{ow}), který se používá k popisu lipofily látky v životním prostředí, kdy n-oktanol reprezentuje lipidy v organismech. Rozdělovací koeficient je definován jako poměr koncentrace látky v n-oktanolu a ve vodě. Postupným promícháváním vody přechází do hlubších částí vod. Vlivem slunečního záření může docházet k jejich fotooxidaci nebo fotodegradaci. [6, 37, 38, 39]

Značná část UV filtrů se usazuje v písku a může ulpívat na kamenech nebo jiných površích v přírodě. UV filtry mají vysokou schopnost se bioakumulovat v tělech ryb, vodních živočichů nebo v rostlinách. Pro některé organismy může být shromažďování těchto látek v těle toxické. V těle vodních organismů může docházet k ovlivnění hormonálního systému. Při konzumaci ryb může docházet k částečnému přenosu naakumulovaných UV filtrů do lidského těla. [37, 38, 39]

V posledních letech se vlivem UV filtrů na životní prostředí začali zabývat ekologičtí a výzkumní pracovníci z oblasti environmentalistiky, kteří stanovovali koncentrace těchto látek v různých městských vodách, mořích, řekách aj. [6, 37, 38]



Obrázek 25 Koloběh UV filtrů ve vodním prostředí (upraveno podle [6])

5.1 Životní prostředí

Životní prostředí (ŽP) představuje prostor, kde může organismus žít. Podle zákona 17/1992 Sb. je „*životní prostředí vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou zejména ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie.*“ [40]

5.2 Toxicita anorganických UV filtrů

Nano velikosti anorganických UV filtrů způsobují, že se tyto látky snadno dostávají do životního prostředí již během výroby, a to rozptylem vzduchu nebo z ČOV. Kvůli jejich velikosti a struktuře se mohou adsorbovat na povrch organismů nebo se dostat do oběhu, kde mohou reagovat s jinými látkami, a vytvářet tak škodlivé metabolity. Mohou tvořit například komplexy s proteiny a uvolňovat tím volné kyslíkové radikály. Některé nano velikosti anorganických UV filtrů mohou po absorpci UV záření produkovat ROS, které jsou ve vysokých

koncentrací škodlivé pro organismy a můžou vyvolávat oxidační stres, který má za následek poškození buněk nebo může vést až k jejich usmrcení. [6,11, 37]

5.3 Toxicita organických UV filtrů

Předpokládá se, že by UV filtry na pokožce měly být stabilní, avšak při jejich přechodu do jiného prostředí, např. vodního, může docházet vlivem slunečního záření k nežádoucím reakcím. Proto je toxicita některých organických UV filtrů způsobena jejich nestabilitou po absorpci UV záření a tvorbou volných kyslíkových radikálů nebo toxických metabolitů. [6, 11, 20]

Organické filtry se mohou rozkládat několika způsoby. Buďto fotolyticky, fotoizomerací, štěpením v čističkách, nebo může docházet k jejich vstřebávání např. vodními živočichy, kdy se metabolickými procesy vytvoří jejich metabolity, které mohou být vyloučeny do vodního prostředí nebo se mohou shromažďovat v těle živočichů. Jejich toxicita je závislá na koncentraci látky a na organismu, který postihly. Koncentrace UV filtrů ve vodním prostředí je závislá i na ročním období. Je samozřejmé, že koncentrace filtrů v prostředí bude větší v turistickém období a naopak nižší v zimní sezóně. [6, 39]

V chlorovaných vodách může docházet vlivem slunečního záření k rozkladu UV filtrů, které mohou následně reagovat s chloridovými ionty za vzniku chlorovaných organických látek, které mohou mít negativní vliv na zdraví člověka a ostatní organismy v případě, že se dostanou do koloběhu. [6]

Studie D. Sánchez-Quiles a A. Tovar-Sánchez dokazuje vysoké rozšíření těchto látek v oceánských vodách, což poukazuje na jejich velký rozptyl v životním prostředí. Obsah organických filtrů můžeme nalézt i v plážovém písku, v půdě či rostlinách. Jelikož má část organických filtrů lipofilní charakter, dochází k jejich shromažďování ve svalových tkáních vodních živočichů, jako jsou sladkovodní i mořské ryby, mušle, korýši aj. [6]

Benzophenone-3, dále jen BP3, je podle studií jeden z nejčastěji se vyskytujících a jeden z nejvíce prozkoumaných UV filtrů v životním prostředí. U tohoto filtru může docházet k jeho akumulaci v těle vodních živočichů, kde může mít negativní vliv na jejich hormonální a reprodukční systém. [38]

Podle článku [38] byla zjištěna koncentrace BP3 ve vodě u italských pláží v rozmezí 25–33 ng/l. Rovněž byla zjištěna koncentrace 1,52–3,33 ng/g BP3 v těle ryb z vod severního

pobřeží Číny. V článku se také píše o tom, že byl prokázán negativní vliv BP3 na hormonální a reprodukční systém pstruha duhového.

V článku [6] bylo uvedeno, že byl zkoumán obsah UV filtrů ve vodě a písku ze španělského pobřeží, kde byla zjištěna nejvyšší koncentrace BP3, a to 25 ± 3 ng/g. Dále byl tento filtr nalezen ve svalovině ryb i pobřežních ptáků vyskytujících se v této oblasti. Přibližně stejná koncentrace jako u BP3 byla stanovena i pro UV filtr octocrylene (ORC). Tato studie potvrzuje schopnost akumulace BP3 v těle organismů a vliv této látky na jejich metabolismus.

Jako další často detekované organické UV filtry ve vodním prostředí jsou: ethylhexyl methoxycinnamate (EHMC), ethylhexyl salicylate (ES), octocrylene (ORC), 4-methylbenzylidene camphor (4MBC). [42]

Dle článku [41] byla ve Švýcarsku tamějšími vědci zkoumána koncentrace EHMC, která byla stanovena jako největší (118 g), dále pak koncentrace 4MBC (49 g), a koncentrace ORC (28 g). Koncentrace byla stanovena ze vzorků vod z jezer, řek a odpadních vod.

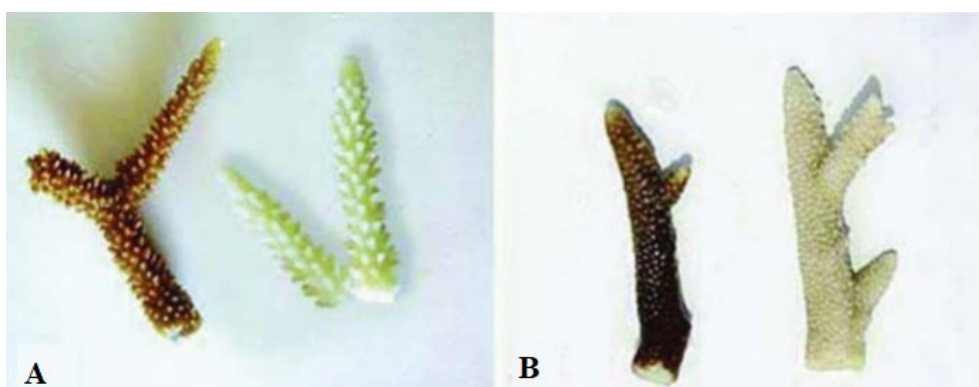
Ethylhexyl methoxycinnamate se vyskytuje v 90 % komerčních produktů určených k ochraně pokožky proti slunečnímu záření. Jedná se o filtr, u kterého byl prokázán vliv na hormonální systém ryb a hlodavců. [20]

Gago-Ferrero a spol. zkoumali v Brazílii obsah ORC v játrech delfína *Pontoporia blainvillei*, kdy byla zjištěná koncentrace vyšší než 712 ng/g tuku. Přítomnost ORC byla u 21 vzorků z 56. Vzorky byly získány v nalezených mrtvých tělech delfinů nebo z ulovených delfinů v okolí brazilského pobřeží. [42]

Sieratowicz a spol. [43] zjišťovali inhibiční dávku čtyř organických filtrů (BP3, EHMC, 4MBC a 3BC) pro zelenou řasu *Desmodesmus subspicatus*. Stanovená inhibiční koncentrace, která by zabránila růstu této řasy, pro BP3 byla 0,56 mg/l, pro EHMC 0,24 mg/l, 0,27 mg/l pro 3BC a 0,21 mg/l pro 4MBC. Řasa byla vystavována účinkům UV filtrů po dobu 72 hodin.

Korálové útesy jsou jedny z biologicky nejproduktivnějších ekosystémů na Zemi, které poskytují životní prostředí pro vodní organismy. Jejich životachopnost je v posledních letech ohrožena změnou klimatu a nárůstem turistického ruchu. Uvolňování aktivních látek z ochranných přípravků na opalování do vody má za následek jejich postupné odumírání. Některé látky se v nich mohou akumulovat a mít vliv na jejich metabolismus. [44, 45]

Danovaro a spol. [44] se ve své studii v letech 2003 až 2007 zabývali vlivem organických UV filtrů na barvu a životnost vybraných korálů (*Acropora*, *Stylophora pistillata* a *Millepora complanata*) v různých oblastech světa (Rudé moře, Karibské moře, Andamanské moře, atd.). Ke zkoumání použili standarty UV filtrů: EHMC, ORC, BP3, ES a 4MBC. Výsledky prokázaly, že organické UV filtry mají značný vliv na ztrátu barvy korálů. BP3 a 4MBC způsobily výraznou ztrátu barvy při velmi nízkých koncentracích, zatímco EHMC, ORC a ES měly výrazně slabší účinky než předchozí dva.



Obrázek 26 Vliv organických UV filtrů na korál *Acropora* (A) Karibské moře, (B) Andamanské moře, převzato a upraveno podle [44]

Ročně se do moří a oceánů dostane až 14 000 tun opalovacích prostředků, které ve svém složení obsahují tyto škodlivé látky. Proto se některé státy snaží zamezit tak velkému vstupu organických UV filtrů do vodního ekosystému. Havaj je prvním státem, který prosadil zákon o zákazu prodeje sunscreenů obsahujících BP3 a EHMC, které jsou nejtoxičtější pro korály a vodní živočichy. Tento zákon byl schválen zákonodárci a v planost vstoupí 1. ledna 2021. [46]

Studie v Hongkongu popisují větší výskyt organických filtrů v odpadních vodách, sedimentech a v povrchových vodách blízko korálových útesů, kde byl detekován BP3, EHMC a ORC. Je to způsobeno jejich neúplným odstraněním v ČOV, kdy je voda s obsahem UV filtrů vypouštěna do životního prostředí. [45]

Dále se tato studie [45] zabývala měřením obsahu UV filtrů ve vodě a v korálech v okolí Hongkongu. K analýze použili 62 vzorků korálů a 28 vzorků vody, které byly odebrány ve vybraných oblastech v dubnu roku 2015. K analýze zvolili 7 nejběžněji používaných UV

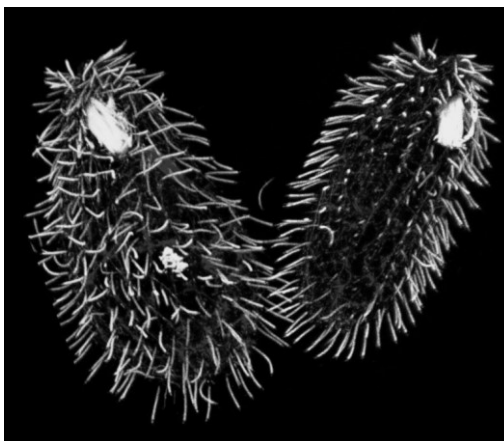
filtrů – benzophenone-1 (BP1)⁴, BP3, benzophenone-8 (BP8), padimate O, EHMC, OCR a 4MBC. Koncentrace vybraných UV filtrů ve vzorcích vody byla stanovena pomocí kapalinové chromatografie. Detekce byla provedena pomocí hmotnostního spektrofotometru s elektrosprejovou ionizací a tandemovou analýzou. Ze vzorku korálů byly vyextrahované cílové látky pomocí extrakčních činidel. Výsledkem studie je detekce pěti zkoumaných UV filtrů v korálových tkáních, a to BP1, BP3, BP8, ORC a padimate O. Největší detekovaná koncentrace byla pro BP3 v rozmezí 1–38,4 ng/g, vysoká koncentrace byla stanovena i pro BP8 v rozmezí 1,3–19,9 ng/g. Koncentrace ORC a padimate O byla oproti BP3 a BP8 nižší. Ve vzorcích vody byly detekovány tři UV filtry (BP3, ORC a padimate O). Koncentrace jednotlivých filtrů byla stanovena v rozmezí pro BP3 13–32,9 ng/l, ORC 9–14 ng/l a pro padimate O 13–23 ng/l v různých místech odběru. BP1 a BP8 byly detekovány pouze v korálové tkáni, zatímco ve vzorcích vody nikoliv.

Tsui a spol. [39] se ve své studii z roku 2014 zaměřili na koncentraci organických filtrů ve vodách v oblasti Arktidy. Možný způsob, jakým se tam UV filtry dostaly je, že byly transportovány z míst s jejich větší koncentrací pomocí vodních proudů. Dále uvádí, že jedna z možných cest, jak se na těchto místech UV filtry objevily, je vzduchem ve formě kapiček, nicméně tato možnost nebyla dostatečně prozkoumána.

Skupina vědců z článku [39] provedla zkoumání a sepsala přehled potenciálních rizik UV filtrů, které se vyskytují ve vodním prostředí, pro některé vodní organismy a živočichy. BP1 a BP4 představovaly nízké až střední rizika pro vodní korýše. Toxicita byla zkoumaná na úmrtnosti korýše perloočky (*Daphnia magna*) a na změnách v endokrinní soustavě ryby Jelečka velkohlavého (*Pimephales promelas*) a Dánio pruhované (*Danio rerio*). Padimate O představoval střední riziko pro bezobratlé živočichy založené na změně v endokrinním systému u hmyzu *Chironomus riparius*. Dále se zaměřili na 4MBC, který může způsobovat inhibici růstu řas nebo jejich odbarvování. Mezi jeho další možná rizika patří změna endokrinního systému komára či schopnost indukovat oxidační stres prostřednictvím volných kyslíkových radikálů u *Tetrahymena thermophila* (obrázek 27). Změnu v endokrinním systému představoval EHMC u ryby Dánio pruhovaného. EHMC představoval i velké riziko pro perloočky i řasy, kdy je imobilizoval (znehbybněl) nebo inhiboval. U BP3 byla

⁴ BP1 a BP8 nejsou legislativně povolené filtry v EU, ale v jiných státech např. Japonsku jsou povoleny.

zmíněna pravděpodobnost účinku na indukci proteinu vitellogenin (prekurzor proteinu vaječného žloutku, který se vyskytuje v krvi nebo hemolymfě pouze u samic, který stimuluje zvýšení hladiny estrogenu) na základě údajů získaných při sledování vývoje vajec ryby Medaka japonského (*Oryzias latipes*). Dále se BP3 podílí na odbarvování korálů a inhibici jejich růstu.



Obrázek 27 *Tetrahymena thermophila*

(<https://www.nikonsmallworld.com/galleries/2005-photomicrography-competition/tetrahymena-thermophila-protozoa-cells>[cit. 2019-05-05])

Toxicita a toxická koncentrace jednotlivých organických UV filtrů se může lišit u sladkovodních a mořských organismů, ale také obecně u jednotlivých organismů, jelikož je každý z nich jinak citlivý. [39]

Vědci se stále snaží přijít na to, jak eliminovat nebo bezpečně rozkládat množství těchto látek v přírodě. Vědci také poukazují na fakt, že toxicita ani vliv UV filtrů na životní prostředí nejsou důkladně prozkoumány a je žádoucí se této problematice věnovat více.

ZÁVĚR

Kvůli nebezpečným účinkům slunečního a ultrafialového záření dochází k větší spotřebě kosmetických přípravků určených k ochraně pokožky před těmito negativními vlivy.

Cílem této bakalářské práce bylo porozumět UV filtrům, které se používají v kosmetických přípravcích, a jejich dopadu na životní prostředí. Bylo popsáno spektrum UV záření dopadající na zemský povrch a jeho negativní i pozitivní vlivy na pokožku.

Hlavním předmětem této bakalářské práce byly jednotlivé skupiny UV filtrů, které zde byly klasifikovány do dvou kategorií (anorganické a organické) podle jejich funkce absorpce nebo odrazu záření. Dále byly jednotlivé filtry rozděleny podle jejich struktur do skupin. Byly popsány jejich chemické, fyzikální i ochranné účinky a ukázány jejich chemické struktury. U některých filtrů byl rovněž uveden jejich možný vliv na organismy.

Dále jsem se zabývala přípravky určenými k ochraně před slunečním zářením a dalšími produkty, které sice nemají funkci chránit pokožku před sluncem, ale přesto se v jejich složení vyskytují UV filtry. Obsahy některých přípravků byly analyzovány a následně zhodnoceny.

V poslední části bakalářské práce jsem se zabývala přenosem UV filtrů do životního prostředí a jejich dopad na organismy, které se vyskytují zejména ve vodním prostředí. Byly zde uvedeny studie, které se zabývaly obsahem UV filtrů v různých oblastech. Dále jsem popsala problematiku UV filtrů u mořských korálů a vliv těchto látek na jejich odbarvování.

Závěrem lze říci, že se jedná o hojně využívané UV filtry sloužící k ochraně před slunečním zářením, a proto není možné striktně zakázat jejich používání. Je však možné omezit nebo nahradit takové UV filtry, které mají negativní dopad jak na lidský organismus, tak i na životní prostředí.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] RAJNOCHOVÁ SVOBODOVÁ, A. *Poškození kůže působením slunečního záření, možnosti ochrany a prevence*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3183-3.
- [2] DE NAVARRE, M. G. a SCHLOSSMAN, M. L. *The chemistry and manufacture of cosmetics*. 4th ed. Carol Stream, IL: Allured Books, 2009. ISBN 978-1-932633-48-1.
- [3] STIEFEL, C. a W. SCHWACK. Photoprotection in changing times - UV filter efficacy and safety, sensitization processes and regulatory aspects. *International Journal of Cosmetic Science*. 2015, **37**(1), 2-30. DOI: 10.1111/ics.12165. ISSN 01425463. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/ics.12165>
- [4] ETTLER, K. Účinky UV záření na kůži a fotoprotekce. *Medicína pro praxi* [online]. 2007, (6), 273-275 [cit. 2018-10-15]. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2007/06/09.pdf>
- [5] POLICAROVÁ, M. Fotodermatózy. *Medicína pro praxi* [online]. 2016, **10**(2), 124-126 [cit. 2018-10-15]. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2016/03/06.pdf>
- [6] SÁNCHEZ-QUILES, D. TOVAR-SÁNCHEZ, A. PRIMEC M. a LANGERHOLC T. Are sunscreens a new environmental risk associated with coastal tourism?. *Environment International*. 2015, **83**, 158-170. DOI: 10.1016/j.envint.2015.06.007. ISSN 01604120. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0160412015001476>
- [7] SYROVÁTKOVÁ, M. Péče o dětskou pokožku. *Dermatologie pro praxi* [online]. 2015, **9**(3), 128-129 [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <https://www.dermatologiepropraxi.cz/pdfs/der/2015/03/08.pdf>
- [8] BAREL, A. O., PAYE, M. a MAIBACH, H. I. *Handbook of cosmetic science and technology*. 3rd ed. New York: Informa Healthcare, c2009. ISBN 978-1-4200-6963-1.
- [9] Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 1223/2009 Sb. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1223&from=CS>
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1223&from=CS>
- [10] Sunscreen: How to Help Protect Your Skin from the Sun. *U.S. Food and Drug Administration* [online]. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <https://www.fda.gov/drugs/understanding-over-counter-medicines/sunscreen-how-help-protect-your-skin-sun#ingredients>
- [11] GILBERT, E., F. PIROT, V. BERTHOLLE, L. ROUSSEL, F. FALSON a K. PADOIS. Commonly used UV filter toxicity on biological functions: review of last decade studies. *International Journal of Cosmetic Science*. 2013, **35**(3), 208-219. DOI: 10.1111/ics.12030. ISSN 01425463. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/ics.12030>

[12] LIM, H. W. a Z. K. DRAELOS. *Clinical guide to sunscreens and photoprotection*. New York: Informa Healthcare, c2009. Basic and clinical dermatology, 43. ISBN 978-1-4200-8084-1.

[13] Nanoparticles in Sunscreens. *EWG* [online]. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <https://www.ewg.org/sunscreen/report/nanoparticles-in-sunscreen/>

[14] SCHLOSSMAN, M. L. *The chemistry and manufacture of cosmetics*. Third edition. Carol Stream, IL: Allured Publishing Corporation, 2002. ISBN 09-317-1077-4.

[15] MILETÍN, M. Prostředky na ochranu pokožky proti škodlivým vlivům UV záření. *Praktické lékárenství* [online]. 2011, 7(1), 34-38 [cit. 2018-10-15]. Dostupné z: <https://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2011/01/09.pdf>

[16] KLIMOVÁ, Z., J. HOJEROVÁ a S. PAŽOUREKOVÁ. Current problems in the use of organic UV filters to protect skin from excessive sun exposure. *Acta Chimica Slovaca*. 2013, 6(1), 82-88. DOI: 10.2478/acs-2013-0014. ISSN 1337-978X. Dostupné z: <http://content.sciendo.com/view/journals/acs/6/1/article-p82.xml>

[17] SERPONE, N., D. DONDI a A. ALBINI. Inorganic and organic UV filters: Their role and efficacy in sunscreens and suncare products. *Inorganica Chimica Acta*. 2007, 360(3), 794-802. DOI: 10.1016/j.ica.2005.12.057. ISSN 00201693. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020169306000259>

[18] The difference between chemical and mineral sunscreens. *Harken Derm* [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.harkenderm.com/blog/2018/8/16/the-difference-between-chemical-and-mineral-filters>

[19] DAYAN, N. *Handbook of formulating dermal applications: a definitive practical guide*. Hoboken, New Jersey: Wiley, [2017]. ISBN 978-1-119-36362-0.

[20] SILVIA DÍAZ-CRUZ, M., M. LLORCA, D. BARCELÓ a D. BARCELÓ. Organic UV filters and their photodegradates, metabolites and disinfection by-products in the aquatic environment. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2008, 27(10), 873-887. DOI: 10.1016/j.trac.2008.08.012. ISSN 01659936. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0165993608001878>

[21] KRATOCHVIL, F. PABA Kyselina 4-aminobezoová. In: *Epitesty* [online]. [cit. 2018-12-03]. Dostupné z: <http://www.epitesty.cz/pasports/A%20006%20C.pdf>

[22] *p*-Aminobenzoic acid. *Human Metabolome Database* [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <http://www.hmdb.ca/metabolites/HMDB0001392>

[23] KRATOCHVIL, F. Ethylhexyl dimethyl PABA. In: *Epitesty* [online]. [cit. 2018-12-03]. Dostupné z: <http://www.epitesty.cz/pasports/E%20018%20C.pdf>

- [24] SUNG, Ch. R., Kyu-Bong KIM, J. Y. LEE, Byung-Mu LEE a S. J. KWACK. Risk Assessment of Ethylhexyl Dimethyl PABA in Cosmetics. *Toxicological Research* [online]. 2019, **35**(2), 131-136 [cit. 2019-05-05]. DOI: 10.5487/TR.2019.35.2.131. ISSN 1976-8257. Dostupné z: <http://www.toxicolres.org/journal/view.html?doi=10.5487/TR.2019.35.2.131>
- [25] KRATOCHVIL, F. Benzophenone-3. In: *Epitesty* [online]. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <http://www.epitesty.cz/pasports/H%20014%20C.pdf>
- [26] KRATOCHVIL, F. Benzophenone-4. In: *Epitesty* [online]. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <http://www.epitesty.cz/pasports/H%20023%20B.pdf>
- [27] SAKAMOTO, K. *Cosmetic science and technology: theoretical principles and applications*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, [2017]. ISBN 978-0-12-802005-0.
- [28] GUNIA-KRZYŻAK, A., K. SŁOCZYŃSKA, J. POPIÓŁ, P. KOCZURKIEWICZ, H. MARONA a E. PEKALA. Cinnamic acid derivatives in cosmetics: current use and future prospects. *International Journal of Cosmetic Science*. 2018, **40**(4), 356-366. DOI: 10.1111/ics.12471. ISSN 01425463. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/ics.12471>
- [29] KARLSSON, I., K. VANDEN BROECKE, J. MÅRTENSSON, A. GOOSSENS a A. BÖRJE. Clinical and experimental studies of octocrylene's allergenic potency. *Contact Dermatitis*. 2011, **64**(6), 343-352. DOI: 10.1111/j.1600-0536.2011.01899.x. ISSN 01051873. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0536.2011.01899.x>
- [30] Octocrylene. *The derm review* [online]. [cit. 2019-04-16]. Dostupné z: <https://thederreview.com/octocrylene/>
- [31] 3-benzylidene camphor. *Biooo.cz* [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <https://encyklopedie.biooo.cz/vyhledat-slozeni/3-benzylidene-camphor/>
- [32] KRATOCHVIL, F. 4-methylbenzilidene camphor. In: *Epitesty* [online]. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <http://www.epitesty.cz/pasports/M%20024%20B.pdf>
- [33] Jaký jste fototyp. *Celostnimedica.cz* [online]. [cit. 2019-03-17]. Dostupné z: <https://www.celostnimedica.cz/jaky-jste-fototyp.htm>
- [34] HOW SUN PROTECTION FACTOR (SPF) WORKS. *Paula's choice skin care* [online]. [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: <https://www.paulaschoice-eu.com/how-spf-works>
- [35] What Are the Fitzpatrick Skin Types?. *Healthline* [online]. [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: <https://www.healthline.com/health/beauty-skin-care/fitzpatrick-skin-types>
- [36] KOZŁOWSKI, A. C. *Formulating strategies in cosmetic science*. Carol Stream, IL: Alluredbooks, [2009]. ISBN 978-193-2633-528.

- [37] SHARIFAN, H., D. KLEIN a A. N. MORSE. UV filters are an environmental threat in the Gulf of Mexico: a case study of Texas coastal zones. *Oceanologia*. 2016, **58**(4), 327-335. DOI: 10.1016/j.oceano.2016.07.002. ISSN 00783234. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0078323416300355>
- [38] S. RAINIERI, BARRANCO, A., PRIMEC, M. a LANGERHOLC, T. Occurrence and toxicity of musks and UV filters in the marine environment. *Food and Chemical Toxicology*. 2017, **104**, 57-68. DOI: 10.1016/j.fct.2016.11.012. ISSN 02786915. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691516304197>
- [39] TSUI M., M. P., H. W. LEUNG, Tak-Cheung WAI, N. YAMASHITA, S. TANIYASU, W. LIU, P. K. S. LAM a M. B. MURPHY. Occurrence, distribution and ecological risk assessment of multiple classes of UV filters in surface waters from different countries. *Water Research*. 2014, **67**, 55-65. DOI: 10.1016/j.watres.2014.09.013. ISSN 00431354. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0043135414006423>
- [40] Zákon o životním prostředí č. 17/1992 Sb. [online]. [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=5B17DD457274213EC12572F3002827DE&action=openDocument>
- [41] BRAUSCH, J. M. a G. M. RAND. A review of personal care products in the aquatic environment: Environmental concentrations and toxicity. *Chemosphere*. 2011, **82**(11), 1518-1532. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2010.11.018. ISSN 00456535. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0045653510013007>
- [42] GAGO-FERRERO, P., M. B. ALONSO, C. P. BERTOZZI, et al. *First Determination of UV Filters in Marine Mammals. Octocrylene Levels in Franciscana Dolphins*. 2013, **47**(11), 5619-5625. DOI: 10.1021/es400675y. ISSN 0013-936X. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/10.1021/es400675y>
- [43] SIERATOWICZ A., D. KAISER, M. BEHR, M. OETKEN aj. OEHLMANN. Acute and chronic toxicity of four frequently used UV filter substances for *Desmodesmus subspicatus* and *Daphnia magna*. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 2011, **46**(12), 1311-1319. DOI: 10.1080/10934529.2011.602936. ISSN 1093-4529. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10934529.2011.602936>
- [44] DANOVARO, R., L. BONGIORNI, C. CORINALDESI, D. GIOVANNELLI, E. DAMIANI, P. ASTOLFI, L. GRECI a A. PUSCEDDU. Sunscreens Cause Coral Bleaching by Promoting Viral Infections. *Environmental Health Perspectives*. 2008, **116**(4), 441-447. DOI: 10.1289/ehp.10966. ISSN 0091-6765. Dostupné z: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.10966>
- [45] TSUI, Mirabelle M. P., James C. W. LAM, T.Y. NG, P. O. ANG, Margaret B. MURPHY a Paul K. S. LAM. *Occurrence, Distribution, and Fate of Organic UV Filters in Coral Communities*. 2017, **51**(8), 4182-4190. DOI: 10.1021/acs.est.6b05211. ISSN 0013-936X. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.6b05211>

[46] Hawaii bans sunscreens that harm coral reefs. *CNN* [online]. 2018 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://edition.cnn.com/2018/07/03/health/hawaii-sunscreen-ban/index.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

3BC	3-benzylidene camphor
4MBC	4-methylbenzylidene camphor
BCSA	Benzilidene camphor sulfonic acid
BMDM	Avobenzone
BP1	Benzophenone-1
BP3	Benzophenone-3
BP4/BP5	Benzophenone-4/benzophenone-5
BP8	Benzophenone-8
CBM	Camphor benzalkonium methosulfate
ČOV	Čistička odpadních vod
DBT	Iscotrizinol
DRT	Drometizole trisiloxan
EHMC	Ethylhexyl methoxycinnamate
EMT	Bemotrizinol
ES	Ethylhexyl salicylate
ET	Ethylhexyl triazone
EU	Evropská unie
FDA	U.S. food and drug administration
g	gram
HS	Homosalate
IMC	Amiloxate
K _{ow}	Rozdělovací koeficient n-oktanol-voda
MBT	Bisotrizol
MED	Minimální erytémová dávka

mg/l	miligram na 1 litr
ng/g	nanogram na 1 gram
ng/l	nanogram na 1 litr
nm	nanometr
ORC	Octocrylene
P25	PEG-25 PABA
PAB	Kyselina 4-aminobenzoová
PABA	Deriváty kyseliny 4-aminobenzoové
PBC	Polyacrylamidomethyl benzylidene camphor
PBS	Ensulizole
PDP	Padimat O
PDT	Bisdisulizole disodium
ROS	Volný kyslíkový radikál
SCCS	Scientific committee on consumer safety
SPF	Sun protection factor
TDS	Ecamsul
TiO ₂	Oxid titaničitý
USA	Spojené státy americké
UV	Ultrafialové záření
UV filtr	Filtr ultrafialového záření
UVA	Ultrafialová záření A
UVB	Ultrafialové záření B
UVC	Ultrafialové záření C
ZnO	Oxid zinečnatý
ŽP	Životní prostředí

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Spektrum slunečního záření</i>	10
<i>Obrázek 2 Intenzita UV záření během dne</i>	11
<i>Obrázek 3 Průnik ultrafialového záření do pokožky</i>	12
<i>Obrázek 4 Účinnost anorganických UV filtrů na kůži</i>	18
<i>Obrázek 5 Spektrum absorpce UV záření anorganickými filtry</i>	19
<i>Obrázek 6 Účinnost organických UV filtrů na kůži</i>	21
<i>Obrázek 7 Spektrum absorpce UV záření některých organických filtrů</i>	22
<i>Obrázek 8 Struktura avobenzone</i>	27
<i>Obrázek 9 Struktura ethylhexyl methoxycinnamate</i>	29
<i>Obrázek 10 Struktura octocrylene</i>	30
<i>Obrázek 11 Struktura bemotriziol</i>	33
<i>Obrázek 12 Struktura ethylhexyl triazone</i>	33
<i>Obrázek 13 Struktura iscotrizinol</i>	34
<i>Obrázek 14 Struktura bisdisulizole disodium</i>	36
<i>Obrázek 15 Příklad opalovacího oleje s SPF 10</i>	38
<i>Obrázek 16 Opalovací olej NUBIAN 6</i>	40
<i>Obrázek 17 Opalovací olej Carroten Omegacare</i>	41
<i>Obrázek 18 Opalovací sprej Nivea</i>	42
<i>Obrázek 19 Opalovací mléko Nivea</i>	43
<i>Obrázek 20 Dětské opalovací mléko Sebamed</i>	44
<i>Obrázek 21 Balzám na rty Labello s SPF 30</i>	45
<i>Obrázek 22 Sprchový gel Adidas</i>	46
<i>Obrázek 23 Balzám na vlasy L'Oréal Paris</i>	47
<i>Obrázek 24 Make up Max Factor s SPF 20</i>	48
<i>Obrázek 25 Koloběh UV filtrů ve vodním prostředí</i>	50
<i>Obrázek 26 Vliv organických UV filtrů na korál Acropora (A) Karibské moře, (B) Andamanské moře, převzato a upraveno podle [44]</i>	53
<i>Obrázek 27 Tetrahymena thermophila</i>	55

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Přehled základních informací anorganických UV filtrů [2,9].....</i>	<i>20</i>
<i>Tabulka 2 Přehled základních informací derivátů kyseliny p-aminobenzoové</i>	<i>24</i>
<i>Tabulka 3 Přehled základních informací derivátů benzofenonu</i>	<i>26</i>
<i>Tabulka 4 Přehled základních informací derivátů dibenzoylmethanu</i>	<i>27</i>
<i>Tabulka 5 Přehled základních informací derivátů kyseliny salicylové.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabulka 6 Přehled základních informací derivátů kyseliny skořicové</i>	<i>30</i>
<i>Tabulka 7 Přehled základních informací derivátů kafru</i>	<i>32</i>
<i>Tabulka 8 Přehled základních informací triazonů</i>	<i>34</i>
<i>Tabulka 9 Přehled základních informací derivátů benzotriazolu.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabulka 10 Přehled základních informací derivátů bezimidazolu</i>	<i>37</i>
<i>Tabulka 11 Typy fototypů [1, 35]</i>	<i>39</i>